

승학산 참억새군락의 생육환경 특성 및 쇠퇴에 관한 연구[†]

박슬기* · 최송현** · 홍석환** · 이상철* · 유찬열***

*부산대학교 대학원 조경학과 · **부산대학교 조경학과 · ***경상남도 삼림환경연구원

Growth Environment Characteristics and Decline in Mt. Seunghak's *Miscanthus sinensis* Community

Park, Seul-Gi* · Choi, Song-Hyun** · Hong, Suk-Hwan** · Lee, Sang-Cheol* · Yu, Chan-Yeol***

*Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Pusan National University

**Dept. of Landscape Architecture, Pusan National University

***Gyeongsangnam-do Forest Environment Research Institute

ABSTRACT

Mt. Seunghak's *Miscanthus sinensis* community is not only a landscape resource in terms of cultural services within the Ecosystem Services but also a site that is visited by many mountaineers in autumn. As the current *Miscanthus sinensis* community has been experiencing a rapid decline due to Korean forest succession characteristics, ongoing artificial management is thought to be needed for landscape resource use. The purpose of this study was to determine growth environment characteristics and the cause of the rapid decline of the *Miscanthus sinensis* community in Mt. Seunghak, which is located inside a large city with a large scale and outstanding accessibility.

As the *Miscanthus sinensis* community is the representative early vegetation that appears temporarily in dry, barren soil, the *Miscanthus sinensis* community in Korean forest succession tends to be unsustainable. As the current soil on Mt. Seunghak is inappropriately fertile for the *Miscanthus sinensis* community, other wetland woody plant communities are anticipated to succeed it. If *Miscanthus sinensis* community maintenance is needed for *Miscanthus sinensis* landscape scenery, various alternatives apart from overall *Miscanthus sinensis* community maintenance should be determined for cost-effective management. For example, while many byways toward the inside of the *Miscanthus sinensis* community have affected the *Miscanthus sinensis* community growth environment, the installation of wooden fences and ropes has been a control in approach. As a result of this positive effect, many byways toward the inside of *Miscanthus sinensis* community have been restored naturally.

Through viewable range analysis, as good scenery sites on the observatory have a good viewable range on the main trail as well, if these scenery sites are intensively managed, effective *Miscanthus sinensis* community management will be done despite maintenance budget cutbacks. This study is expected to be used as a basic material regarding the alternatives for a sustained *Miscanthus sinensis* community and the possibility of cultivating other growth in poor soils of fallow fields and unused land.

Key Words: Ecosystem Services, Incipient Vegetation, Cost-Effective Management, Scenic Diversity

[†]: This research was organized some of the natural survey resource results conducted by the Saha District Office in Busan as a paper.
Corresponding author: Song-Hyun Choi, Dept. of Landscape Architecture, Pusan National University, Miryang 50463, Korea, Tel.: +82-55-350-5401, E-mail: songchoi@pusan.ac.kr

국문초록

억새군락은 생태계 서비스 중 문화서비스 측면에서 하나의 경관자원으로 가을이면 전국적으로 많은 탐방객들이 찾는다. 하지만 참억새군락은 우리나라 산림 천이의 특성상 빠른 쇠퇴가 진행되는 공간이라 경관자원으로 이용하기 위해서는 지속적이며, 인위적 관리가 필요하다. 참억새군락은 척박한 토양에서 일시적으로 나타나는 대표적인 건조지 천이초기식생으로써, 우리나라 산림에서 지속성을 가지는 군락은 아니며, 산림천이과정 중 2차 천이 초기에 발생하는 식물군락으로 기존 산림식생의 훼손이후 일시적으로 발생하는 군락으로 볼 수 있다. 본 연구는 도시 숲의 경관다양성을 위해 대도시의 대규모 참억새군락으로 접근성이 뛰어난 승학산 억새군락의 생육환경 특성을 조사하고, 억새군락의 급격한 쇠퇴 원인을 파악하고자 하였다. 승학산 참억새군락의 토양은 승학산 정상부 일대 참억새군락의 경우, 일부지역을 제외하고 일반적 산림토양의 특성을 가지고 있지만, 전 질소함량과 유기물함량이 상대적으로 높은 토양으로 일반적 산림토양에 비해 비옥한 토양으로 볼 수 있다.

현존식생 현황은 화재 등 교란이후 숲의 천이가 진행되는 과정으로 복잡하고 다양하게 나타나고 있었고, 주요 식물군락별 면적비율에 있어 리기다소나무가 대부분을 차지하고 있었고, 일부 곰솔군락 및 뽕나무군락이 소규모로 분포하고 있었다. 참억새우점군락은 전체면적의 8.7%로 대부분 지역에서 참억새군락의 쇠퇴가 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, 특히 칩과 비목나무의 이입으로 인한 참억새군락의 쇠퇴가 눈에 띄게 나타나고 있어, 참억새군락의 쇠퇴는 보다 가속화될 것으로 예상되어졌다.

식물군집구조 현황에서 당분간은 참억새군락으로 유지될 것이나, 목본식물이 이입되는 과정으로 비목나무의 생장에 따라 참억새 생육에 부정적 영향이 작용할 것이고, 억새-계요등군락은 경관개선을 위해 상부에 식재한 왕벚나무군락의 그늘로 참억새군락은 향후 급격히 쇠퇴할 것이다. 참억새-비목나무군락은 비목의 생육에 따라 참억새의 본격적인 쇠퇴가 일어날 가능성이 높고, 칩-참억새 군락은 탐방객에게 부정적 영향이 큰 지역이다. 칩 우점군락들은 참억새의 피도는 낮고, 교목과 관목의 유입은 거의 없으나, 칩이 우점 하는 군락으로 향후 지속적으로 참억새군락은 쇠퇴할 것이다. 경관관리 측면에서 참억새군락을 유지하기 위해서는 비용효율적인 관리를 위해 여러 가지 대안을 모색해야 할 것이다. 승학산 곳곳에 조성된 묘지와 참억새군락 내부 샛길은 억새 생육에 어려움을 주고 있는 반면, 참억새군락의 보호를 위해 조성된 목책 및 로프 울타리는 사람들의 출입을 억제하여 많은 샛길들이 자연스럽게 복원되고 있다. 참억새 경관을 즐기기 위해 상대적으로 관찰이 용이한 지점과 참억새군락을 설정하여 이들 지역을 중점적으로 관리한다면 관리예산을 줄이면서 보다 효과적인 억새군락 관리가 될 것이다.

주제어: 생태계서비스, 천이초기식생, 효율적관리, 경관다양성

1. 서론

우리나라 산야에서 주로 억새라고 불리어지는 참억새(*Miscanthus sinensis* Andersson)는 벼과의 여러해살이풀로써 동아시아에서 자생하는데, 억새꽃이라 부르는 것은 실은 억새의 씨로, 하얀 날개를 단 씨가 바람에 날려 흩어져서 발아 조건이 맞는 위치에 떨어진 씨에서 싹이 돋아나 생장하게 된다. 이렇게 자리를 잡은 억새는 다른 풀과 달리 가을이 되면 윗부분만 죽고 뿌리는 살아 있다가 이듬해에 더 많은 포기로 싹과 줄기를 올리는 지하경 생장 식물로써 현재는 유럽지역과 북미지역에도 *Miscanthus* 속의 몇 종이 재배 또는 귀화를 통해서 확산되고 있다(Lewandowski *et al.*, 2000). 참억새는 우리나라 각지의 산림 내 미립목지, 경작지, 묘지 등 주로 목본식물이 생육하지 않는 광량이 풍부한 지역에 광범위하게 생육하는 종으로

(Lee, 2003), 생태특성상 식물체가 내건성이 강하므로 절개지나 훼손지 복구용 또는 경사면 토사 유출 지역의 사방용 소재로도 적합하다. 우리나라의 산림식생의 훼손은 인위적 요인으로 경작이나 임목생산 등으로 수목을 제거하거나, 자연적 현상으로 홍수에 의한 산림유실이나 산사태, 산불 등을 들 수 있는데, 억새는 2차 천이 초기에 발생하는 식물로 기존 산림식생의 훼손 이후 일시적으로 발생하는 군락으로 볼 수 있다(Cho and Kim, 1992).

참억새군락은 가을에 많은 탐방객을 찾아오게 하는 하나의 경관자원으로 억새 경관을 이용한 지역 축제가 전국적으로 개최되고 있다. 그러나 최근 들어 억새군락의 생육상태가 점차 쇠퇴해지고 있는 반면, 방문객들의 경관유지 요구도는 높아지고 있는 실정이다. 억새군락은 산림천이의 특성상 빠른 쇠퇴가 진행되므로, 경관자원으로 이용하기 위해서는 방목극상을 유지

하는 지속적 관리가 필요할 것이다.

참억새군락이 경관자원으로서 갖는 가치에 관한 연구로 Park *et al.*(2016)은 영남지역의 재약산, 화왕산, 승학산의 억새 경관을 대상으로 CVM(Contingent Valuation Methods)이 용하여 경제적 가치를 산출한 연구에서 승학산은 1인당 억새 경관 가치에 대한 평가로 38,277원을 지불의사로 제시하여 현 시세물가와 비교하였을 때 탐방객들이 억새 경관을 생태계서비스 측면에서 자연자산 가치로서 인식을 하고 있다고 보고하였다.

억새군락의 식생복원 역할에 관한 연구로 Jeon *et al.*(2011), Cho *et al.*(2015)는 억새(*Miscanthus sinensis*)가 광산 폐석지 식생복원에서 토양침식방지 효과가 있으며, 지피식물류의 활용을 위한 기초 자료로 제시하였으며, Nsanganwimana *et al.*(2014)은 오염된 부지에 있어 억새를 이용한 지속가능한 관리를 추진하는데 있어 중요한 논쟁들에 대해서 다루었다. Lee and Cho(2014)는 억새를 대상으로 파종공법에 따른 발아와 생육 특성을 조사하였고, Yang *et al.*(2013)은 억새군락을 이용한 복원전략에 대해 연구하였다. Jung(2002)은 억새군락의 복원에 관한 연구에서 강원도 민둥산 참억새군락의 활력회복 및 유지 방안으로 초본 지상부 제거보다 재에 의한 영양분 첨가, 목본 제거 효과, 지온 증가 효과, 중수 감소 효과로 참억새 피도의 증가를 예상할 수 있다고 보고하였다.

억새군락을 양육촉진식물(nurse plant)로 이용하는 연구로 Seo(2004)는 억새군락은 생육기 동안에 뿌리 호흡이 활성화되는데 유리한 환경을 만들어 주어 토양호흡속도를 현저하게 높이는 데 기여한다고 했으며, Osawa(2011)는 일본 Satoyama grassland에서 억새의 기능연구 결과, 억새가 양육촉진식물로서 식물다양성 보존을 촉진시키는 기능의 역할을 한다고 하였고, Tsuyuzaki(2005)는 억새피복은 숲으로의 진화된 천이의 징조로서 적절한 지표라고 보고하였다.

바이오에너지 이용을 위한 억새 계량과 번식에 관한 연구로 Kim(2008)은 사라져가는 장억새의 서식환경조사와 대량 번식 방안을 연구하였고, Yoo(2012)는 바이오에너지용 억새를 개발하기 위한 바이오매스 특성, 성분분석과 재분화 체계 확립 및 리그닌 생합성 관련 유전자 발현에 관한 연구를 하였으며, Vyn *et al.*(2012)은 대안 에너지원으로써 억새의 이용 적용성을 전망하였으며, Amougou *et al.*(2011)은 억새작물은 토양에서 잠재적으로 재활용이 가능하므로, 많은 양의 식물 바이오매스의 생산으로 특화되어진다고 하였다. Harvolk *et al.*(2014)은 억새재배의 잠재적인 생태학적인 영향에 접근하기 위해 폭넓게 이용되는 공간데이터를 이용하는 연구를 하였으며, Ng *et al.*(2010)은 억새가 2세대 바이오에너지 생산을 위한 신재생에너지의 원료 공급으로써 전통적인 작물을 대신하여 *Miscanthus × giganteus* 재배의 강변 질소비료량에 대한 잠재적

인 영향을 추정하였다. Jung and Sim(2000)은 천연 섬유를 이용한 식생 복원용 갈대 및 억새 속 식물의 뗏장개발 기술을 개발하는 실험을 수행하였으며, Bang(2013)은 거대억새의 활용 방안 대안으로 정화식물로서의 가능성을 모색했다.

최근 억새와 같은 초본류들을 대상으로 정원소재로 이용을 위해 많은 연구들이 행해지고 있는데, Thetford *et al.*(2009)은 자생그라스와 비자생그라스의 장식적 경관 수행을 실험하면서 더 많은 자생 그라스들의 화훼장식사업 분야 도입은 조경에 있어 자생식물 이용 증가 요구에도 잘 맞아 떨어진다고 보고하였다.

이와 같이 최근 억새는 자연자산으로서의 경관적 가치, 대체 바이오에너지로의 이용과 식생복원, 양육 촉진 식물, 조경공간 소재로서 활용에 대한 기대로 국내외에서 많은 연구들이 수행되고 있으나, 자연환경에서의 억새의 생육환경과 쇠퇴 경향을 밝히는 연구는 미비하다. 본 연구는 도시 숲의 경관 다양성을 위해 방해극상의 개념으로 억새를 관리하여 경관을 유지해야 할 것인지에 대한 딜레마 해결에 접근해 보기 위해 대도시 내부의 대규모 억새군락으로 접근성이 뛰어난 승학산 참억새군락의 자연환경을 조사하여 현황을 살펴보았다. 참억새군락의 생육환경 특성과 급격한 쇠퇴 경향의 원인 파악은 향후 참억새군락의 효율적인 유지관리 방안의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

II. 연구의 내용 및 방법

1. 연구대상지

본 연구의 대상지는 부산광역시 사하구 당리동 산1-4, 산10번지 일원에 위치한 승학산 정상부 억새분포지 일대로 면적은 약 26ha(263,657m²)이다. 승학산은 동-서로 이어지는 산림능선을 따라 남측은 사하구, 북측은 사상구의 행정구역 경계를 지니고 있다. 억새군락은 능선부의 남사면에서 주로 생육하고 있으나, 사상구 일대에도 분포지역이 이어져 있어, 본 연구에서는 승학산 정상부를 포함한 억새군락 모두를 연구범위에 포함하였다(Figure 1 참조).

탐문조사 결과, 50년 이상의 오랜 역사를 지니고 있는 승학산 참억새군락은 최근 시민들에게 명소로 인식되기 시작하면서 가을철 많은 시민들의 방문으로 억새군락이 훼손되어 관리에 어려움을 겪고 있다. 2006~2008년까지 3년간 참억새군락 보호를 위해 탐방로 가장자리에 보호 울타리와 안내판을 설치하였다. 이후 2009년에 억새 노을 전망대를 설치하고, 승학문화마루터에서 능선부를 오르는 급경사 탐방로의 훼손을 막기 위해 목재계단을 설치하였다. 주변 경관을 개선하기 위해 자귀나무와 철쭉을 식재하였는데, 현재 자귀나무의 생육은 다소 불량

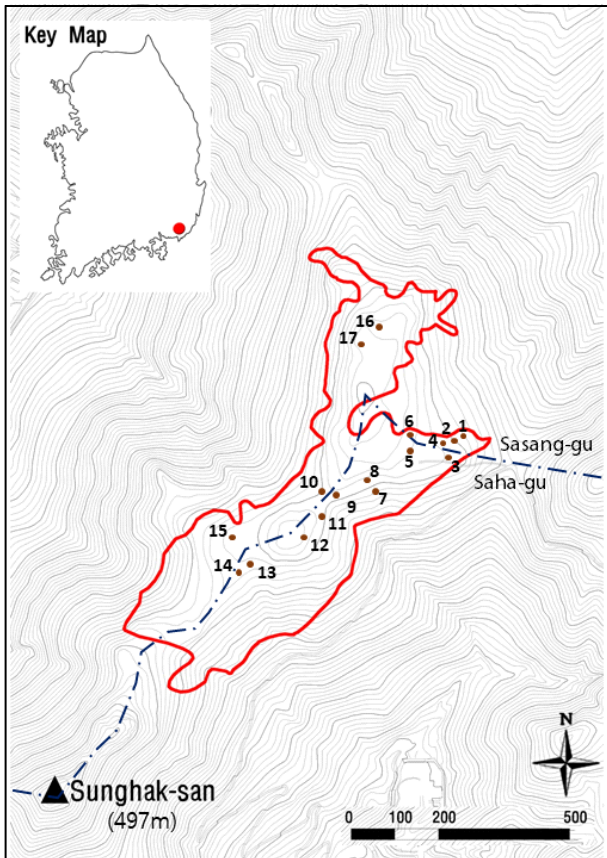


Figure 1. The location map and survey plots

한 상태이나, 생육이 좋아질 경우, 상대적으로 억새군락에는 부정적으로 작용할 것이다. 약 50여 년 전부터 크고 작은 산불이 발생한 것으로 보이는데, 국가자료로서 확인할 수 있는 산불자료는 1980년대 후반부터 확인이 가능하다. 2007년 산불로 인해 사상구 억새군락의 대부분 지역에 생육하던 수목과 초본식생이 전소하였는데, 이후 억새군락이 발달하여 현재까지 사하구 일대의 억새군락보다 높은 피도를 유지하는 원인으로 판단된다. Kim(1989)은 산불이후 예취를 하지 않고 방치할 경우, 강호광성의 억새군락이 유지된다고 하였는데, 일반적으로 산불 발생 이후 약 3~4년 동안 억새군락이 매우 양호하게 발달하는 것으로 나타났으며, 이후 여러 식물의 이입으로 급격히 그 세력이 약화되는 경향을 보이고 있었다.

2. 조사내용 및 방법

1) 억새 분포지역의 물리적 현황조사

국립지리원에서 발행한 1/5,000 수치지형도에서 수치 고도 자료를 추출하고, ArcView 3.3을 활용하여 표고, 경사, 향을 분석하였다. 승학산 억새군락 내 전망대, 약수터 등 자원의 분포 현황은 탐방로를 따라 이동하면서 파악하였으며, 억새군

락 전체에 대한 토양층위분석은 농촌진흥청에서 제공하는 농업토양정보시스템의 자료를 활용하여, 승학산 참억새군락 내의 유효토심 및 표토의 토성을 파악한 후, 참억새군락 내 참억새의 생육특성에 따라 역새가 양호하게 생육하는 지역과 타 식물에 의해 피압된 지역 등 대표적인 지역을 선정하여 삼으로 토양을 직접 굴취한 후, 토양층위별 깊이를 측정하였는데, C층이 나타날 경우와 B층이 50cm 이상 깊이 들어갈 경우에도 토양 굴취를 중단하였다. 본 조사에서는 낙엽층, 유기물층, A층, B층의 4개 층위를 현장에서 구분하였다. 토양의 이화학적 특성 분석은 SSSA(Soil Science Society of America)의 토양 분석방법을 준용하여 수행하였고, 토양환경조사는 참억새 생육현황을 관찰할 수 있는 2014년 7월에서 9월에 걸쳐 실시하였다. 토양분석을 위한 표본의 채취는 A층과 B층을 함께 채취하여 고르게 섞었으며, A층과 B층이 명확히 구분되는 지역은 각각 시료를 채취하여 각 층위별 분석을 실시하였다.

2) 현존식생 및 식물군집구조 조사

현존식생조사는 참억새군락이 충분히 안정된 시기인 2014년 7월에 승학산 참억새군락 전체지역을 대상으로 실시하였다. 현존식생도는 연구대상지의 식물군락 우점종의 식생상관(vegetation physiognomy)을 중심으로 현장에서 조사하였고, 식물군집조사 결과를 참고하여 최종적으로 완성하였다.

식물군집구조 조사는 현존식생도를 참고하여 탐방로의 영향을 직접적으로 받는 지역을 피하기 위해 탐방로에서 최소 5m 이상 이격된 지점에서 군락별로 1개 이상의 조사구를 설정하여 총 17개 조사구를 설정하였다(Figure 1 참조). 억새군락유형별 지형 및 식생현황을 고려하여 방형구법(quadrat method)을 이용하여 2×2m의 방형구를 설치한 후, 방형구 내 출현하는 모든 식물을 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, 1964)에 따라 일정한 조사구 내에 출현하는 식물들의 우점도(dominance)와 군도(sociability)를 조사한 후, 종조성표를 작성하여 MullerDombois and Ellenberg(1974), Kim *et al.*(1987)의 식생자료 정리방법을 응용하여 출현종별 우점도, 군도 그리고 피도를 측정하였다. 우점도(D)는 피도와 수도(추정적 개체수)의 조합에 의한 것으로서 7계급으로 나누어 조사하였으며, 군도(S)는 각 출현종의 개체의 집합 혹은 분산정도를 나타내는 것으로 Table 1·2와 같이 구분하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 물리적 특성

1) 지형

승학산 억새군락은 주능선부에 분포하며, 남측사면으로는

Table 1. Degree of dominance and criteria

Rate	Criteria
5	Cover over 3/4(75%) of survey site, random individual number
4	Cover over 1/2~3/4(50~75%) of survey site, random individual number
3	Cover over 1/4~1/2(25~50%) of survey site, random individual number
2	Cover over 1/10~1/4(10~25%) of survey site, random individual number
1	Individual is a lot but cover rate is low, scattering and cover rate is high(about 10%)
+	Cover rate is low and scattering(about 5%)
r	Isolate emergence and cover rate is extremely low

Table 2. Degree of sociability and criteria

Rate	Criteria
5	State of simple community covered with ilk individual
4	State that there are holes in S, 5 or other species grow up in the hole
3	Inverse relation state of S, 4
2	State by small group of S, 3
1	State of sole growth

7부 능선까지 북사면지역은 능선부에만 분포하고 있었다. 사상구 일대는 북사면이라도 표고차가 크지 않아 산림정상부가 평지형과 유사하여 북사면 지역이지만 참억새군락이 분포하고 있었다. 400m이상의 정상부에 전체 억새군락의 69.3%가 분포하고 있었다(Table 3 참조). 일반적으로 참억새는 많은 광량을 요하는 양지성 식물로 주로 남사면 및 남동 사면에 분포하는 것을 확인할 수 있으며, 북사면이나 북서 사면의 경우, 경사가 완만한 산림능선부에만 분포하고 있었다. 승학산 참억새군락의 분포는 경사도 5° 미만의 평탄지를 포함하여 15° 미만의 완경사지가 43.9%를 차지하고 있었으며, 경사도 20~30° 사이의 급경사지는 34.4%를 차지하고 있었고, 경사도 45° 이상의 절협지에는 분포하지 않았다(Table 4 참조). 승학산 참억새군락의 분포 사면 분석 결과, 남향이 전체면적의 32%로 가장 많은 비율을 차지하고 있었으며, 남동향과 남서향을 포함한 남향의 경우, 전체 면적의 80%를 차지하고 있어, 참억새군락의 대부분이 남향의 사면에 형성되고 있었다. 북향이나 서향은 주로 피도가 높지 않은 리기다소나무림 하부에 참억새군락이 분포하고 있었다(Table 5 참조).

2) 수환경

승학산은 대상지 및 주변에 약수터가 발달해 있어 산림 정상 부임에도 불구하고, 지하수위가 높고 풍부하다. 특히 참억새군락 하단부에 조성된 임도 사면 절개지에서는 토양층과 암반

Table 3. Area and ratio by altitude of *Miscanthus sinensis* community

Altitude(m)	Area(m ²)	Ratio(%)
320~330	600	0.2
330~340	3,500	1.3
340~350	6,100	2.3
350~360	9,400	3.6
360~370	11,400	4.3
370~380	12,900	4.9
380~390	16,600	6.3
390~400	20,300	7.7
400~410	37,100	14.1
410~420	39,900	15.1
420~430	34,900	13.2
430~440	32,100	12.2
440~450	38,700	14.7
Total	263,500	100.0

Table 4. Area and ratio by slope of *Miscanthus sinensis* community

Slope(°)	Area(m ²)	Ratio(%)
5° below	29,600	11.2
5~15°	86,200	32.7
15~20°	55,500	21.1
20~30°	90,600	34.4
30~45°	1,600	0.6
45° over	-	-
Total	263,500	100.0

Table 5. Area and ratio by slope direction of *Miscanthus sinensis* community

Slope direction	Area(m ²)	Ratio(%)
Flat land	4,654	1.8
North	5,171	2.0
North-earth	7,136	2.7
Earth	9,411	3.6
South-earth	55,120	20.9
South	84,283	32.0
South-west	69,288	26.3
West	11,893	4.5
North-west	16,546	6.3
Total	263,500	100.0

층이 확연히 분리되어, 토양층에 흡수되어 있던 지하수가 암반층을 따라 지속적으로 흘러나오는 것이 관찰되었다. 약수터 및 절개지에서 암반층을 타고 지하수가 흐르고 있어 승학산은 산림능선부 남사면임에도 불구하고, 표토의 경우, 상대적으로 습

윤한 상태를 유지하고 있는 것으로 판단할 수 있었다.

3) 토양환경

산림능선부는 암반이 드러나며, 탐방로의 경우, 답압에 의한 세굴이 일어나서 유효토심이 낮은 것이 일반적이는데, 승학산의 경우, 정상부나 일부 봉우리 지역에 암반이 드러나고 있으나, 일부지역을 제외하면 탐방로의 세굴에 의한 암반노출지역은 많지 않은 것을 확인할 수 있었다. 농촌진흥청자료 정밀토양도(농업토양정보시스템)로 승학산 참억새군락의 토심을 확인하였을 때, 억새군락이 우점하는 산림능선부에 유효토심이 20cm에 미치지 못하는 얇은 지역이 전체 억새군락 면적의 3/4을 차지하고 있었고, 나머지 대부분 지역은 토심이 50~100cm 사이의 보통지역으로 전체의 1/4의 비율로 분포하고 있어, 전반적으로 유효토심이 낮은 것으로 나타나 있다. 억새군락은 대체로 산림지역의 유효토심이 낮은 지역에 주로 분포하고 있는데, 이는 억새의 생육을 방해하는 수목들의 생장이 좋지 않은 곳에서 억새군락이 지속적으로 생육을 유지할 수 있다고 볼 수 있다. 유효토심이 깊을 경우, 다양한 수목들의 생장이 빠르게 일어나게 되며, 이들 수목들이 억새군락에 영향을 끼침으로 억새군락의 번성을 방해하는 일련의 천이과정이 빠르게 이루어질 것이나, 낮은 유효토심으로 인해 억새군락 이외의 여타 목본식물의 이입이 상대적으로 늦춰지고 있다고 추론할 수 있다.

승학산 억새군락 내의 실제 유효토심을 살펴보기 위해 억새가 우점하는 지점과 참억새-취군락, 취-참억새군락의 세 유형의 대표 지점을 선정하여 유효토심을 측정 한 결과, 낙엽층은 3~4cm, 유기물층은 약 4cm 정도를 나타내고 있었다. 취-참억새군락(Plot 1)의 경우, 사면 하단부 급경사지에 위치해 있어서 유기물층의 깊이가 상대적으로 얇은 것을 확인할 수 있었는데, A층의 경우, 세 조사지점 모두 45~50cm 이상으로 농촌진흥청 정밀토양도 자료와는 다른 결과를 보이고 있었고, 세 조사지역 모두 양토가 전석과 함께 혼합된 형태로 나타나고 있으나, 전석의 영향이 높지 않아 식물의 뿌리 생장에 부정적 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다. 승학산 참억새군락 내의 유효토심은 군락간의 토심의 차이를 보이지 않았으나, 여타 식물생장에 유효한 깊이였고, 적당량의 전석이 혼합되어 있어 물 빠짐이나, 토양습도 또한 양호한 지역으로 앞으로 다양한 식

생변화가 예측된다(Table 6 참조).

승학산 참억새군락은 양토가 전체의 3/4, 미사질양토가 전체의 1/4를 차지하고 있었다. 일반적으로 양토는 모든 식물에 적합한 토양으로 억새 이외의 다양한 식물이 이입되고, 잘 자랄 수 있는 토양환경을 갖추고 있다고 판단된다.

참억새군락 내의 토양이화학적 특성을 살펴보기 위해 8개의 식생유형별 조사구를 선정하여 토양을 채취한 후 특성을 분석하였다. 토양시료 채취지점의 표고는 332~459m, 경사는 3°의 평지지역에서 30° 급경사 지역까지 고르게 분포하였고, 경사향은 남향, 남동향, 서향 등이었다. 조사군락은 억새 순군락 3개소, 억새와 취이 경쟁하는 군락 3개소, 락 우점군락, 비목군락 각 1개소씩을 설정하여 시료들을 채취하였다(Table 7 참조).

참억새군락의 토양 이화학적 특성을 분석한 결과(Table 8), 조사구 3과 조사구 8의 토양특성이 다른 군락들과 다른 특성을 보이고 있었다. 락군락인 조사구 3의 경우, 유효인산 함량, 유기물 함량, 칼슘 함량 등이 승학산 평균보다 높게 나왔는데, 이는 인접한 묘지들의 영향으로 볼 수 있으며, 취이 억새를 피압하고 있는 조사구 8은 유효인산 함량, 유기물 함량, 양이온 치환용량이 승학산 평균보다 높게 나왔는데, 이는 억새군락이 쇠퇴함에 따라 관리를 위해 추가적으로 억새를 보식한 지역으로 판단되며, 억새보식 후 시비가 진행된 지역으로 추정할 수 있다.

Table 7. Site general outline of chemical properties by plots in Mt. Seunghaksan

Community	Plot No.	Altitude(m)	Slope(°)	Aspect
Ms (참억새)	4	428	5	N60W
	5	408	8	N50W
	6	459	3	N70W
Ms-Pl (참억새-취)	2	431	12	S10E
Pl-Ms (취-참억새)	1	332	30	S20E
	8	425	20	S50E
Ic(락)	3	438	5	S80E
Le(비목)	7	438	7	S80E

Table 6. Valid soil depth by vegetation type in Mt. Seunghaksan

Community name	No. of plot	Remarks	Depth of soil horizon(cm)			Altitude(m)	Slope(°)	Aspect
			Fallen leaves layer	Organic matter layer	A layer			
<i>Miscanthus</i>	5	Pure <i>Miscanthus</i> community	3	4	Over 45	408	8	N50W
<i>Miscanthus</i> -Arrowroot	2	<i>Lindera erythrocarpa</i> in flow site	4	4	Over 50	431	12	S10E
Arrowroot- <i>Miscanthus</i>	1	Stony site	3	1	Over 50	332	30	S20E

Table 8. The soil chemical properties by plots in Mt. Seunghaksan

Community	Plot	pH	EC	O.M.	P ₂ O ₅	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	TN
		W1:5	dS/m	g/kg	mg/kg	cmol/kg				%
Ms(억새)	4	4.3	0.29	70	5.9	0.26	0.3	0.2	0.33	0.28
	5	4.5	0.22	78	5.7	0.15	0.3	0.1	0.33	0.31
	6	4.8	0.32	153	6.1	0.34	0.3	0.3	0.37	0.76
Ms-Pl(억새-췌)	2	4.5	0.35	74	5.3	0.26	0.3	0.1	0.30	0.30
Pl-Ms(췌-억새)	1	5.1	0.23	109	5.9	0.37	0.6	0.3	0.32	0.54
	8	4.5	0.36	223	24.9	0.48	1.3	0.4	0.33	1.20
Ic(띠)	3	4.6	0.45	156	11.0	0.38	0.8	0.3	0.35	0.76
Le(비목나무)	7	4.8	0.24	87	5.4	0.17	0.2	0.2	0.34	0.35
Mean	-	4.6	0.31	119	8.8	0.30	0.5	0.2	0.33	0.56
Field soil (Top soil)	-	5.8	-	19	216.0	0.59	4.6	1.4	-	-
Uncultivated mountain soil	-	4.8	-	64	5.6	0.25	2.3	0.7	-	0.25
Gyeongnam mean*		5.27		34	19.5	0.17	1.2	0.9	0.18	0.14
Gyeongbuk mean*		5.41		37	19.3	0.24	2.27	1.27	0.16	0.17

* Jeong et al.(2002)

그 외 각 군락들의 pH는 대체로 강한 산도를 보였고, 전기 전도도는 군락별 큰 차이를 보이지 않았다. 유기물 함량의 경우, 조사구 6은 평균보다 높게 나왔고, 조사구 4, 5는 전체평균에 비해 매우 낮게 나타났다. 유효인산은 대체로 유사했으나, 참억새우점군락의 유효인산은 상대적으로 낮았으며, 양이온치환용량의 경우, 뚜렷한 특성을 보이지는 않으나, 전반적으로 다소 낮은 특성을 보이고 있다. 띠군락의 경우, 주로 묘지 주변에 소규모로 산재해 있는 것이 특징이었는데, 묘지가 없는 지역에서도 능선부 일대를 중심으로 다수 분포하고 있다.

이상의 결과로 미루어볼 때, 승학산 정상부 일대 참억새군락의 경우, 일부지역을 제외하고 일반적 산림토양의 특성을 가지고 있기는 하나, 전질소 함량과 유기물 함량이 상대적으로 높은 반면, Mg⁺⁺의 함량은 상대적으로 낮은 편에 속하는 토양임을 확인할 수 있었다. 이는 일반적 산림토양에 비해 비옥한 토양으로 볼 수 있다.

2. 참억새 생육 특성

1) 분포현황

승학산에 생육하는 참억새군락의 피도별 분포현황과 교목 및 관목의 이입현황을 조사하였다. 참억새 피도가 80~90%에 해당되는 지역이 전체의 23%였고, 억새 피도 30~40%를 차지했다. 참억새 생육이 양호하고, 여타 식물과의 경쟁에서 억새가 우점하는 참억새 피도 70% 이상인 지역은 전체 대상지의 28%였다(Figure 2 참조). 다른 식물들에 의해 피압되고 있는 참억새피도 50% 미만인 지역이 전체의 1/2를 넘고, 묘지와 전망대 조성지역은 피도가 10% 미만으로 전체 면적의 6.6%를 차지하고 있어, 전반적으로 참억새군락이 감소하고 있

었다.

능선부 억새 경관 전망대 북측 사상구 일대와 깔딱고개 전망대로 연결되는 능선부 일대의 참억새가 양호하게 생육하고 있는 것으로 나타났고, 반대로 대규모 면적을 차지하고 있는 전망대 남측 사면의 경우, 췌이 광범위하게 분포하고 있어 참억새 피도는 낮았다. 전반적으로는 능선부를 따라 참억새군락이 제 형태를 유지하고 있었으며, 사면부의 경우, 참억새군락의 쇠퇴가 현저하게 관찰되었다. 덩굴성 식물들이 교목성상 수목의 생장보다 빠르게 일어나게 되며, 제거가 어렵고, 잦은 관리가 필요하다는 점으로 봤을 때 교목성상의 수목류보다 덩굴성 식물들이 관리적 측면이 큰 문제라고 볼 수 있다.

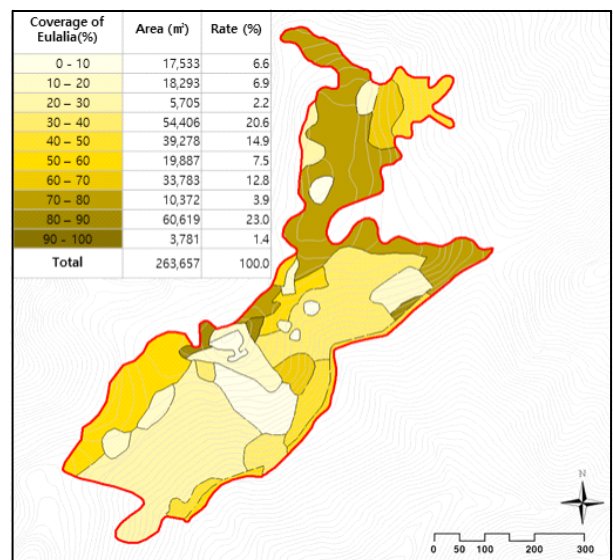


Figure 2. Distribution status of *Miscanthus sinensis* coverage

승학산의 경우, 참역새군락 내부에 칩이 급속도로 번지고 있는데, 승학산 곳곳 산림 내부의 소규모 폐경작지 및 소규모 산림훼손지의 경우, 대부분 칩으로 뒤덮여 있는 것을 확인할 수 있었다(Figure 3 참조). 일반적으로 칩은 교목성상 수목도 뒤덮어 이들의 생육을 방해하므로, 현재 관목 층에서 활발하게 생육하고 있는 비목이나 느릅나무의 생육을 방해할 가능성이 높다. 이에 정상적인 천이과정을 유도한다고 했을 경우에도 칩의 관리는 적극적으로 해야 할 필요성이 있다. 칩이 대규모로 이입된 지역은 역사노을전망대를 포함한 능선부 일부를 제외하고, 대부분의 남사면 일대에 피도 60% 이상 높은 피복율을 보이고 있었고, 반면, 능선부와 북사면 일대에는 칩의 유입이 거의 없는 것으로 나타났다. 이들 지역의 경우, 최근까지 산불흔적이 있어 칩이 유입되지는 않은 것으로 판단되나, 참역새의 생육을 방해할 수 있는 주요 식물의 피도가 약 80%로, 조사면적의 약 20% 정도만이 참역새가 안정적으로 생육하는 수준으로 볼 수 있다(Figure 4 참조).

2) 현존식생현황

승학산은 화재와 같은 교란 이후 천이가 진행되는 과정에 있는 지역으로, 현존식생이 복잡하고 다양하게 나타났다. 주요 식물 군락별 면적비율에 있어 리기다소나무가 대부분을 차지하고 있었고, 일부 곰솔군락 및 벚나무군락이 소규모로 분포하고 있었다. 참역새가 우점하는 군락은 전체 면적의 8.7%로, 대부분 지역에서 참역새군락의 쇠퇴가 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, 특히 칩과 비목의 이입으로 인한 군락의 쇠퇴가 눈에 띄게 나타났다. 칩과 비목은 참역새의 상부를 빠르게 피복할 수 있어 참역새군락의 쇠퇴는 보다 가속화될 것으로 예

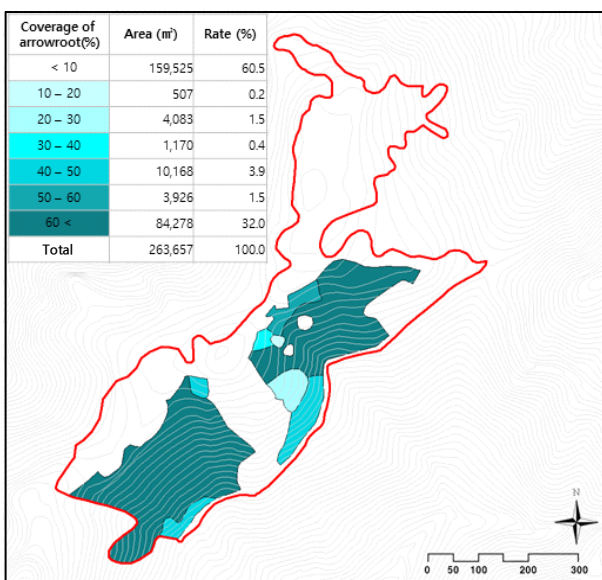


Figure 3. Distribution status of suppressed from vine(arrowroot)

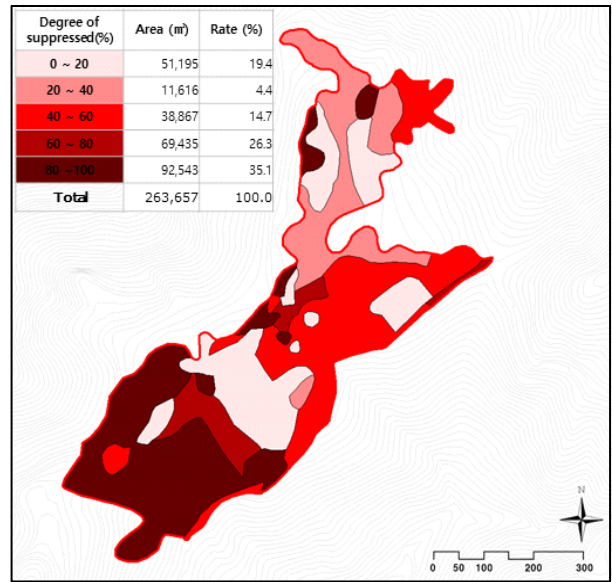


Figure 4. Distribution status of degree of suppressed

상된다.

일반적으로 능선부 일대의 훼손이후 2차 천이 초기에 발생하는 관목류는 건조한 환경에 강하고, 햇볕을 좋아하는 수종들이 대부분을 이루게 되는데, 이러한 종류의 대표로는 싸리나무류나 산딸기류 등을 들 수 있다. 승학산 참역새군락의 경우, 관목식생의 피도가 매우 높고, 일반적인 천이 초기 식생과는 달리, 승학산 참역새군락에 주로 출현하는 관목류는 숲의 계곡부에서 발달하는 식생군락인 비목과 느릅나무가 높은 출현 비율을 보였다. 전체 참역새군락을 대상으로 한 관목류의 생육 현황을 살펴보면 피도 60% 이상 고밀도로 피복된 지역은 거의 없었으나, 피도 20~60%까지 관목의 이입이 많은 지역이 전체 대상지의 약 60%였다. 특히 관목층에서 출현하고 있는 식물 종이 대부분 교목 성상의 수종으로 이들 종은 2~3년 이내에 급속한 수고생장의 예측은 참역새군락의 빠른 쇠퇴를 유도할 것으로 보인다. 사상구 일대는 최근 산불로 인해 현재까지 역사군락이 왕성하게 유지되는 것으로 나타났으나, 비목을 중심으로 한 관목류의 발달 또한 빠르게 진행되고 있어, 오히려 승학산 남사면의 역사군락보다 빠른 쇠퇴가 이루어질 것으로 보였다(Figure 5 참조).

식생군락은 총 22개 유형으로 구분되었고, 각 군락은 경쟁관계가 형성되는 천이초기의 산림생태계 특성을 나타내고 있었다(Table 9, Figure 6 참조). 교목층 식생 분포는 교목층 수관 피복 20% 미만이 전체에서 75.9%였으며, 초본 층은 약 20%만이 50% 이상 교목층 수관피복에 의해 피복되고 있었다. 대상지 경계부에 위치하고 있는 특히 남측의 임도 변에는 식재한 벚나무에 의해 수관 피복이 이루어져, 이들 지역에서는 이미 많은 참역새군락이 쇠퇴하였으며, 일부 수관 피복율이 높지 않은 리

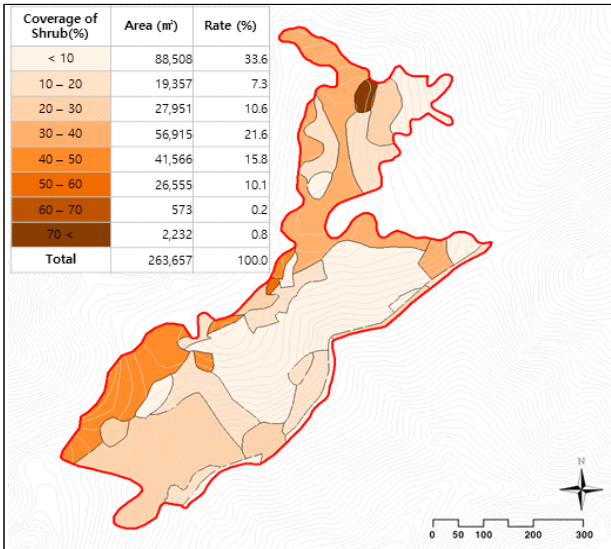


Figure 5. Distribution status of shrub coverage

Table 9. Area and ratio by plants community in Mt. Seunghaksan

Community name*	Area(m ²)	Ratio(%)
Pt-Qd(곰솔-떡갈)	4,919	1.9
Pt-Ud(곰솔-느릅)	2,386	0.9
Pr-Pd(리기다-곰솔)	12,165	4.6
Pr-Le(리기다-비목나무)	26,448	10.0
Ps(벚나무)	507	0.2
Ps-Pd(벚나무-곰솔)	6,041	2.3
Ps-Af(벚나무-죽제비싸리)	2,041	0.8
Ps-Ms(벚나무-참억새)	2,898	1.1
Le-Lb(비목나무-싸리)	2,232	0.8
Le-Ms(비목나무-참억새)	7,544	2.9
Ud-Qd(느릅-떡갈)	2,776	1.1
Ud-Ms(느릅-참억새)	39,046	14.8
Ic(띠)	19,514	7.4
Ic-O(spp.)(띠-벼과)	1,791	0.7
Ry-(산철쭉-산딸나무)	1,086	0.4
Ms(억새)	22,877	8.7
Ms-Le(참억새-비목나무)	38,907	14.8
Ms-Pl(참억새-취)	11,233	4.3
Zj(잔디)	367	0.1
Zj-Ic(잔디-띠)	715	0.3
Pl-Ms(취-참억새)	57,762	21.9
A(쭉)	402	0.2
Total	263,657	100.0

* Pt: *Pinus thunbergii*, Qd: *Quercus dentata*, Ud: *Ulmus davidiana* var. *japonica*, Pr: *Pinus rigida*, Le: *Lindera erythrocarpa*, Ps: *Pinus serulata* var. *spontanea*, Af: *Amorpha fruticosa*, Ms: *Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*, Lb: *Lespedeza bicolor*, Ic: *Imperata cylindrica* var. *koenigii*, O: *Oryza* spp., Ry: *Rhododendron yedoense* f. *poukhanense*, Ck: *Cornus kousa*, Pl: *Pueraria lobata*, Zj: *Zoysia japonica*, A: *Artemisia* spp.

기다소나무나 곰솔군락의 경우, 능선부 일대에 참억새군락이 현재는 유지되고 있으나, 이들 군락도 빠른 시간 내에 쇠퇴될 것으로 예상된다(Figure 7 참조).

역새의 생육을 방해할 수 있는 주요 식물의 피도를 종합하여 살펴본 결과, 참억새군락의 60% 이상을 피압하고 있는 지역이 전체 면적의 60%를 넘고 있었으며, 40% 이상 차지하는 지역을 합산하면 약 80% 가까이 육박하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 2000년을 전후하여 가장 좋은 역새 경관을 유지했던 승학산은 산림지역의 자연스런 천이과정에 의해 현재 보다 발달한 숲으로의 변화 과정을 겪고 있으며, 이는 자연스럽게

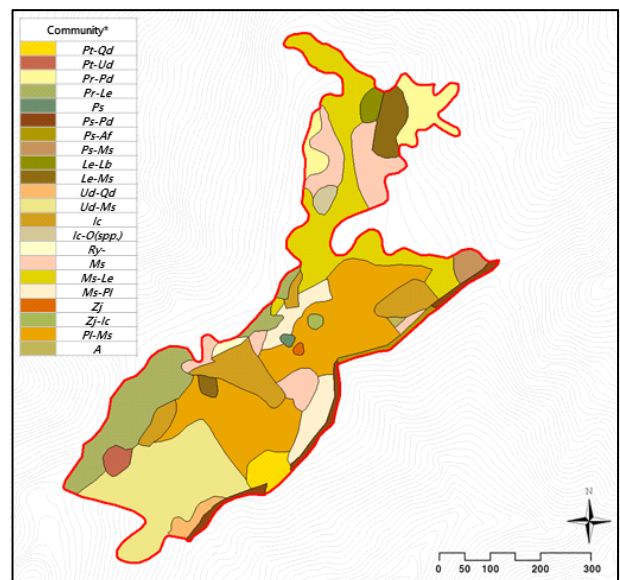


Figure 6. Distribution status of actual vegetation map

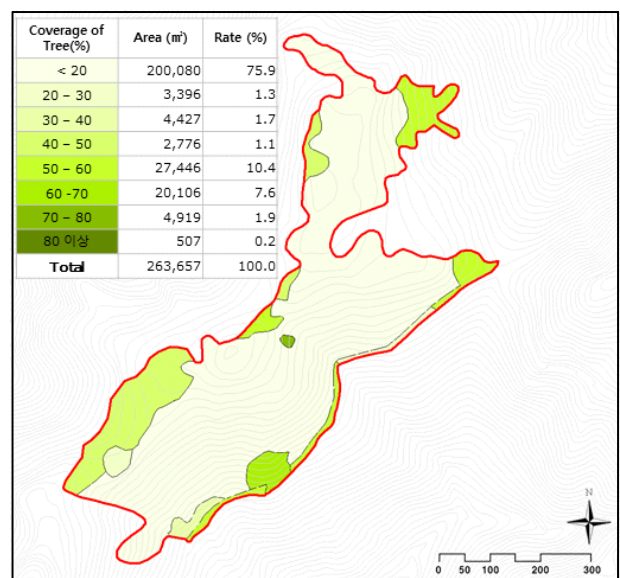


Figure 7. Distribution status of tree coverage

억새군락의 쇠퇴로 연결되는 것으로 볼 수 있다.

이에 참억새군락의 유지를 위해서는 인위적 노력에 의해 천이과정을 제어할 필요성이 있으나, 실질적으로 관리가 이루어질 경우에도 지속적 관리가 이루어지지 않는다면 빠른 천이의 진행은 불가피할 것으로 판단되며, 또한, 승학산 참억새군락 일대의 토양 및 토심이 상대적으로 일반 산림지역보다 우수한 특성을 지녀, 천이의 진행시간이 일반적 산림 능선의 그것에 비해 매우 빠른 속도로 진행된다고 볼 수 있는데, 이는 참억새군락의 유지에 더 많은 어려움이 있음을 의미하는 것이다.

3) 식물군집구조

억새군락의 피도에 따라 관목의 유입정도, 초본식물별 피도 등을 고려하여 조사하였으며, 조사구 위치는 Figure 1과 같다. 각 군락의 군락명은 한 종이 15% 이상의 피도로 우점할 경우, 군락명으로 명명하였다(Table 10 참조).

참억새 피도 100%인 조사구는 6, 15, 16, 17로 4개이다. 조사구 6은 동측 문화마루텃터로 이어지는 능선부에 위치하며, 교목, 관목, 칩의 유입이 적은 전형적인 참억새군락이다. 계요등, 실새풀, 땃대이덩굴, 며느리배꼽, 땅비싸리, 강아지풀 등이 5% 미만의 낮은 피도로 출현하였다. 비목나무의 생장에 따라 억새생육에 부정적 영향이 예측되나, 당분간은 참억새군락이 유지될 것으로 판단된다. 조사구 15는 남쪽 능선부에 위치하며, 그늘사초, 땃대이덩굴, 마, 계요등, 붉은서나물, 자귀나무 등이 낮은 피도로 출현하였다. 조사구 16은 북쪽 능선부에 위치하며, 행정구역상 사상구에 해당되고, 그늘사초, 마, 산박하, 며느리배꼽의 피도는 미미하였다. 조사구 17은 북쪽 능선부에

위치하며, 행정구역상 사상구에 해당되는 곳으로 마, 땃대이덩굴 등이 출현하였다.

참억새-그늘사초군락의 조사구 2는 관목의 유입 영향이 있는 곳으로, 칩, 계요등, 마, 닭의장풀, 실새풀, 쑥 등이 출현하였다. 억새군락이 잘 발달된 형태로 당분간 다른 종으로의 전환은 이루어지지 않을 것으로 판단되는 지역이다. 조사구 4는 동쪽 계곡부에 위치하며, 교목과 칩의 유입현황이 적고, 관목의 유입 영향이 있는 곳이다. 참억새 피도 60%, 그늘사초 피도 40%로 참억새와 그늘사초가 우점하며, 이외에도 쑥(15%), 땅비싸리(5%), 산박하(5%), 참싸리(5%) 등이 출현하였다. 조사구 14는 능선부에 위치하며, 참억새, 교목, 관목의 피도가 높고, 칩의 유입이 낮은 곳으로, 참억새 경관은 높은 가시영향이 있으며, 참억새 피도 80%, 그늘사초 피도 50%로 참억새와 그늘사초가 우점하며, 닭의장풀(10%), 산박하(8%), 땃대이덩굴(5%), 돌가시나무(5%), 마(5%) 등이 출현하였다.

조사구 1은 억새-계요등 군락으로 동쪽 능선하부에 위치하며, 참억새군락의 피도가 높으며, 키 낮은 교목의 유입이 있으며, 참억새군락의 피도가 30%, 계요등의 피도가 15%였고, 그늘사초(4%), 명석딸기(4%), 쑥(4%) 등이 출현하였다. 경관개선을 위해 상부에 식재한 왕벚나무군락의 그늘 확장으로 참억새군락은 향후 급격히 쇠퇴할 것으로 예측된다.

조사구 10은 참억새-비목나무군락으로 능선부에 위치하며, 참억새 피도 90%, 비목나무 피도 20%이고, 그늘사초, 땃대이덩굴, 마, 사위질빵 등이 낮은 피도로 출현하였다. 비목의 생육에 따라 참억새군락 내 그늘이 증가하고, 이의 영향으로 억새의 본격적인 쇠퇴가 일어날 가능성이 높은 지역이다.

조사구 3은 억새 피도 50%, 칩 피도 20%, 이 외에도 산박하(8%), 쑥(8%), 띠(5%) 등이 출현하는 참억새-칩 군락으로 동쪽 능선하부에 위치하며, 칩의 이입이 높은 곳이다. 참억새군락의 생육상태가 타 지역에 비해 좋지 않고, 향후 칩 군락의 빠른 확장이 예상되는 지역으로 탐방로에서 탐방객의 시선에 부정적 영향이 큰 지역으로 볼 수 있다.

조사구 5는 띠 군락으로 동쪽 승학문화마루터 방향 능선상부에 위치하며, 칩의 피도가 높으며, 억새의 피도는 낮고, 교목과 관목의 유입은 거의 없는 곳이다. 조망점과 탐방로에서의 참억새 경관이 매우 높은 가시영향이 있는 지역으로, 탐방객의 인지도가 높은 지역으로 볼 수 있다. 띠 피도 85%, 그 외에도 칩(10%), 산박하(8%), 가을강아지풀(3%) 등이 출현하고 있으며, 참억새는 출현하지 않는 지역이었다.

조사구 12는 띠-그늘사초, 개솔새 군락으로 억새가 거의 나타나지 않으며, 교목과 관목, 칩의 유입도 거의 없는 곳이다. 조망점과 탐방로에서의 참억새 경관이 매우 높은 가시영향이 있는 곳으로, 띠 피도 50%, 그늘사초 피도 40%, 개솔새 피도 30%였고, 고사리(5%), 명석딸기(5%) 등이 출현하였다. 묘지 위 띠 군락으로 지속적인 관리에 의해 교목이나 관목, 칩 등의

Table 10. Current condition of survey sites by plant community structure in Mt. Seunghaksan

Community*	Plot No.	Ea
Ms	6, 15, 16, 17	4
Ms - Cl	2, 4, 14	3
Ms - Ps	1	1
Ms - Le	10	1
Ms - Pl	3	1
Mc	5	1
Mc - Cl, Ct	12	1
Mc - li, Pl	9	1
Pl	7	1
Pl - Rp, Ap	8	1
Pl - Ms	13	1
Pl - Ms, Rc	11	1

* Ms: *Miscanthus sinensis*, Cl: *Carex lanceolata*, Ps: *Paederia scandens* var. *scandens*, Le: *Lindera erythrocarpa*, Pl: *Pueraria lobata*, Mc: *Mperata cylindrica* var. *koenigii*, Ot: *Cymbopogon tortilis* var. *goeringii*, li: *Isodon inflexus*, Rp: *Rubus parvifolius*, Ap: *Artemisia princeps*, Rc: *Rubus crataegifolius*¹⁾

유입이 방지되는 것으로 보였고, 띠 우점군락의 경우에는 전체적으로 참역새군락의 이입은 거의 일어나지 않는다.

조사구 9는 띠-산박하, 칩 군락으로 조망점과 탐방로에서의 역새 경관이 높은 가시영향을 가지고 있으며, 칩의 피도가 높으며, 역새의 피도가 낮고, 교목과 관목의 유입은 거의 없는 곳이다. 띠 피도 60%, 산박하 피도 25%, 칩 피도 25%였고, 그 외에도 그늘사초(8%), 명석딸기(3%), 개솔새, 벌등골나무, 사위질빵, 해변싸리 등이 출현하였다.

조사구 7은 조망점과 탐방로에서의 참역새 경관이 높은 가시영향이 있는 칩 군락으로 칩의 피도가 높으며, 역새의 피도가 낮고, 교목과 관목의 유입은 거의 없는 곳이다. 칩 피도 60%, 역새 피도 10%이고, 그 외에도 계요등(10%), 환삼덩굴(10%) 등이 출현하였다. 참역새군락에 칩이 이입되어 이미 칩이 우점하는 군락으로 향후 지속적으로 참역새군락의 쇠퇴가 예상되는 지역이다.

조사구 8은 참역새 경관이 높은 가시영향이 있는 칩-명석딸기, 쭉 군락으로, 칩의 피도는 높고, 역새의 피도가 낮으며, 교목과 관목의 유입이 거의 없는 곳이다. 칩 피도 60%, 참역새 피도 5%, 명석딸기 피도 15%, 쭉 피도 15%, 꼭두서니, 돼지풀, 사위질빵, 산박하, 금강아지풀 등 다양한 초본들이 미미하게 출현하였다. 칩을 중심으로 다양한 초본류가 경쟁하고 있는 상태이나, 여타 초본류가 칩에 의해 피압 당할 것으로 판단된다.

조사구 13은 칩-역새군락으로 칩과 역새의 피도가 높으며, 관목의 유입은 있으나, 교목의 영향은 거의 없는 곳이다. 분석 결과, 칩 피도 60%, 참역새 피도 40%이고, 산박하(5%), 해변싸리(5%) 등이 출현하였다. 현재까지 참역새가 비교적 안정적으로 생육하고 있으나, 역새의 상부를 칩이 피복하고 있어 향후 급격히 역새군락의 쇠퇴가 예상된다.

조사구 11은 칩-참역새, 산딸기 군락으로 조망점과 탐방로에서의 역새 경관이 높은 가시영향이 있는 곳으로, 칩과 참역새의 피도가 높고, 교목과 관목의 유입은 거의 없는 곳이다. 칩 피도 50%, 역새 피도 30%이고, 산딸기(20%), 산박하(5%) 등이 출현하였다. 현재까지 참역새가 비교적 안정적으로 생육하고 있으나, 참역새의 상부를 칩이 피복하고 있어 향후 급격히 참역새군락의 쇠퇴가 예상된다.

IV. 결론

승학산의 참역새군락은 표고 400m 이상의 수목이 상대적으로 안정화되기 어려운 정상부에 주로 분포하고 있었다. 경사도 5° 미만의 평탄지를 포함하여 15° 미만의 완경사지가 43.9%, 경사도 20~30°사이의 급경사지는 34.4%를 차지하고 있었다. 경사도 45° 이상의 절험지에서는 역새군락은 분포하지 않았다. 남향이 전체 면적의 80%로 역새군락의 대부분이 남향의 사면

을 형성하고 있는 것으로 확인되었고, 산림능선부 남사면임에도 불구하고 표토의 경우, 육안으로 관찰했을 때 상대적으로 습윤한 상태를 유지하고 있었다. 토양환경은 유효토심이 20cm에 미치지 못하는 매우 얇은 지역이 전체 참역새분포 면적의 3/4을 차지하며, 이 지역들은 특히 역새가 집중적으로 분포하는 산림능선부에 집중해 있었다. 산림지역의 참역새 군락은 참역새의 생육을 방해하는 수목들의 생장이 좋지 않은 유효토심이 낮은 지역에 분포하는 것이 일반적이다.

승학산 참역새군락의 토양특성을 살펴봤을 때 전반적으로 전질소 함량이 일반산림 토양에 비해 높은 상태이고, 반면 Mg^{++} 의 함량은 상대적으로 낮은 편에 속하였다. 승학산 정상부 일대 참역새군락의 경우, 일부지역을 제외하고 일반적 산림토양의 특성을 가지고 있지만, 전질소함량과 유기물함량이 상대적으로 높은 토양으로 일반적 산림토양에 비해 비옥한 토양으로 볼 수 있다.

참역새가 피압되는 면적이 많음에도 불구하고, 가을철에는 역새의 열매가 상대적으로 다른 초본식물보다 상부에 위치하게 되어서 실질적인 피압의 정도보다는 상대적으로 적게 느껴질 수 있을 것이다.

현존식생 현황은 화재 등 교란이후 숲의 천이가 진행되는 과정에 있는 지역으로 복잡하고 다양하게 나타나고 있었다. 주요 식물 군락별 면적비율에 있어 리기다소나무가 대부분을 차지하고 있었고, 일부 곰솔군락 및 벚나무군락이 소규모로 분포하고 있었다. 참역새우점군락은 전체면적의 8.7%로, 대부분 지역에서 역새군락의 쇠퇴가 나타나는 것을 확인할 수 있었으며, 특히 칩과 비목나무의 이입으로 인한 참역새군락의 쇠퇴가 눈에 띄게 나타나고 있어, 참역새군락의 쇠퇴는 보다 가속화될 것으로 예상되어졌다.

식물군집구조 현황은 참역새의 피도에 따라 관목의 유입정도, 초본식물별 피도 등을 조사하였다. 참역새군락은 참역새 이외 식물들의 우점도 및 피도가 5% 미만의 상태로 당분간은 참역새군락이 유지될 것이나, 목본식물이 이입되는 과정으로 비목나무의 생장에 따라 참역새 생육에 부정적 영향이 작용할 것이다. 동쪽 계곡부와 능선부에 분포하는 참역새-그늘사초군락은 분석결과, 그늘사초가 출현하나, 참역새군락이 잘 발달된 형태로 당분간 다른 종으로의 전환은 이루어지지 않을 지역이다. 역새-계요등군락은 키 낮은 교목의 유입이 있으며, 참역새군락이 많이 쇠퇴한 지역으로 경관개선을 위해 상부에 식재한 왕벚나무군락의 그늘로 참역새군락은 향후 급격히 쇠퇴할 것이다. 참역새-비목나무군락은 관목의 피도가 높으며, 교목과 칩의 유입은 거의 없으나, 비목의 생육에 따라 참역새의 본격적인 쇠퇴가 일어날 가능성이 높다. 칩-참역새 군락은 탐방로에서 역새 경관이 일정한 가시권을 형성하는 지역으로 향후 칩군락의 빠른 확장으로 탐방객에게 부정적 영향이 큰 지역이다.

때 우점군락은 조망점과 탐방로에서의 참억새 경관이 높은 가시영향이 있으며, 전체적으로 참억새군락의 이입은 거의 일어나지 않는 곳으로 참억새군락의 피도는 낮고, 교목과 관목의 유입도 거의 없다. 최 우점 군락들은 참억새의 피도는 낮고, 교목과 관목의 유입은 거의 없으나, 최이 우점하는 군락으로 향후 지속적으로 참억새군락은 쇠퇴할 것이다.

승학산의 토양 환경은 산불발생 이후 유기물의 축적으로 천이의 과정상 자연스럽게 목본식물이 이입되어 참억새의 쇠퇴는 가속화되고 있다. 특히 최과 같은 덩굴식물은 인접한 식생들의 긍정적 천이에 방해를 주고 있어, 참억새뿐 아니라, 목본식물들도 고사할 것으로 보인다. 참억새는 척박한 토양에서 생육하는 일시적인 건조지 천이 초기식생으로, 현재의 승학산은 부영양화된 토양으로 목본식물 군락지로의 천이가 예상되고 있어, 참억새의 생육을 오랜 시간 지속 유지하기에는 많은 어려움이 있다. Jung(2002)은 강원도 민둥산 참억새군락이 20여 년간 산불이 억제된 이후, 자연적인 식생천이로 참싸리, 산쭉 등의 식물이 경쟁종으로 분포 면적을 확대하고 있고, 소나무, 신갈나무, 물푸레나무 산돌배나무 등의 목본이 참억새군락의 가장자리를 에워싸며 분포지역을 확대하고 있어서 참억새의 피도 및 활력도가 감소하고 있을 뿐 아니라, 참억새 군락의 분포 면적의 감소를 역시 예상하고 있다.

경관관리를 위한 참억새군락을 유지에는 비용 효율적인 관리 대안을 모색해야 할 것이다. 곳곳에 조성된 묘지, 역사군락 내부의 셋길은 참억새군락 생육에 어려움을 주고 있으나, 참억새군락의 보호를 위해 조성된 울타리 및 로프는 내부로 사람들의 출입을 억제하는 긍정적 효과로 많은 셋길들이 자연스럽게 복원되고 있었다. 상대적으로 관찰이 용이한 지역을 설정하고, 이들 지역을 중점적으로 관리하는 것이 참억새군락의 유지관리비용절감도 기대할 수 있을 것이다.

주 1. 본 연구의 현존식생 및 식물군집구조 조사에서 식물명 및 학명은 A Synonymic List of Vascular in Korea(2007)에 따라 기재하였다.

References

1. Amougou, N., I. Bertrand, J. M. Machet and S. Recous(2011) Quality and decomposition in soil of rhizome, root and senescent leaf from *Miscanthus × giganteus*, as affected by harvest date N fertilization, Plant Soil 338: 83-97.
2. A Synonymic List of Vascular in Korea(2007) Korea National Arboretum · The Plant Taxonomic Society of Korea.
3. Bang, J. H.(2013) Phytoremediation of Heavy Metals in Contaminated Water and Soil Using *Miscanthus* sp. Goeda-Uksae 1, Department of Biotechnology, Master's Thesis, The Graduate School Chonbuk National University, Jeonju, Korea.
4. Broun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie Grundzuger Vegetation Stunde, Wien.
5. Cho, Y. H. and W. Kim(1992) Secondary succession and species diversity of *Pinus densiflora* forest after fire. Korean Journal Ecology

- 15(4): 337-344 (in Korean with English abstract).
6. Harvolk, S., P. Korntz, A. Otte and D. Simmering(2014) Using existing landscape data to assess the ecological potential of *Miscanthus* cultivation in a marginal landscape. GCB Bioenergy 6: 227-241.
7. Jeong, J. H., K. S. Koo, C. H. Lee and C. S. Kim(2002) Physico-chemical properties of Korean forest soils by regions. Journal of Korean Forest Society 91(6): 694-700 (in Korean with English abstract).
8. Jeon, S. H., G. O. Park, N. H. Choi, B. S. Yoon and B. K. Jung(2011) Use of mycorrhizae for vegetation and restoration of the abandoned mine waste areas, Korean Journal of Nature Conservation 5(1): 38-47. (in Korean with English abstract)
9. Jung, D. Y. and S. R. Sim(2000) Development of *Phragmites* spp. and *Miscanthus* spp. sod using natural fiber materials for a vegetational restoration. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, 28(1): 54-61.
10. Jung, Y. S.(2002) Distribution and vitality of Mount Mindung's *Miscanthus* colony in Gangwon-do. Korean J. Environment Ecology 25(1): 33-37.
11. Kim, G. S.(2008) Habit environment and massive propagation method of rare species *Miscanthus changii* disappeared in Seoul area. Journal of Korean Environment Resource & Reveg. Technology. 11 (3): 12-19. (in Korean with English abstract)
12. Kim, J. M., C. S. Kim and B. K. Park(1987) Classification of Plant Communities. Ilsinsa, Seoul.
13. Kim, W.(1989) The secondary succession and species diversity at the burned area of the pine forest. Korean Journal of Ecology 12(4): 285-295. (in Korean with English abstract)
14. Lee, G. H. and Y. H. Cho(2014) A Study on Characteristics of Early Growth *Pennisetum alopecuroides*, *Phragmites* communities and *Miscanthus sinensis* according to Sowing Methods Master's Thesis, Kongju National University, Kong Ju, Korea. (in Korean with English abstract)
15. Lee, T. B.(2003) Coloured Flora of Korea. Hayngmunsa.
16. Lewandowski, I., J. C. Clifton-Brown, J. M. O. Scurlock, and W. Huisman(2000) *Miscanthus*: European experience with a novel energy crop. Biomass and Bioenergy 19: 209-227.
17. Muller-Dombois, D. and H. Ellenberg(1974) Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, New York.
18. Ng, T. L., J. W. Eheart, X. Cai and F. Miguez(2010) Modelling *Miscanthus* in the soil and water assessment tool(SWAT) to simulate its quality effects as a bioenergy crop. Environment Science Technology. 44: 7138-7144.
19. Nsanganwimana, F., P. B. Pourrut, M. Mench and, F. Douay(2014) Suitability of *Miscanthus* species for managing inorganic and organic contaminated land and restoring ecosystem services. A review. Journal of Environment Management 143: 123-134.
20. Osawa, T.(2011) Management-mediated facilitation: *Miscanthus sinensis* functions as a nurse plant in Satoyama grassland. Japanese Society of Grassland Science ISSN 1744-6961.
21. Park, S. G., S. C. Lee, K. R. Kang. and S. H. Choi(2016) A study about the presumed economic value of *Miscanthus* landscape conservation. Journal of Korean Institute of Landscape Architecture 44(4):1-13. (in Korean with English abstract)
22. Seo, S. H.(2004) Relationship between Partitioning Form of Standing Biomass and Soil Respiration Rate on the Temperate Grassland according to the Successional Stage. Ph.D. Dissertation, Program in Biological Sciences Graduate School of Konkuk University.
23. Thetford, M., J. G. Norcini, B. Ballard and J. H. Aldrich(2009) Ornamental landscape performance of native and nonnative grasses

- under low-input conditions. Hortechonology 19(2): 267-283.
24. Tsuyuzaki, S.(2005) *Miscanthus sinensis* grassland is an indicator plant community to predict forest regeneration and development on ski slopes in Japan. Ecological Indicators 5: 109-115.
25. Vyn, R. J., T. Virani and B. Deen(2012) Examining the economic feasibility of *Miscanthus* in Ontario: An application to the green-house industry. Energy Policy 50: 669-676.
26. Yang, L., H. Ren, N. Liu and J. Wang(2013) Can perennial dominant grass *Miscanthus sinensis* be nurse plant in recovery of degraded hilly land landscape in South China. Landscape Ecology 9: 213-225.
27. Yoo, J. H.(2012) Establishment of Biomass Characters, Lignocellulosic Components and Regeneration System of Collected *Miscanthus* spp. and Transient Overexpression of Lignin Biosynthesis Related Genes. Department of Applied Plant Sciences, Master's Thesis, Graduate School, Kangwon National University, Chuncheon, Korea.

Received : 13 June, 2017

Revised : 17 July, 2017 (1st)

29 August, 2017 (2nd)

Accepted : 29 August, 2017

3인익명 심사필

