

산양삼 재배 적지 선정을 위한 재분류 방법 분석

이충규¹, 강학모², 최수임³, 김현^{1*}

¹경상국립대학교 산림자원학과, ²전북대학교 산림환경과학과, ³순천대학교 산림자원학전공

Analysis of Reclassification Methods for Selection of Suitable Wild-Simulated Ginseng Cultivation Sites

Chong-Kyu Lee¹, Hag-Mo Kang², Soo-Im Choi³, Hyun Kim^{1*}

¹Department of Forest Resources, Gyeongsang National University

²Department of Forest Environment Science, Jeonbuk National University

³Forest Resources Major, Sunchon National University

요약 산양삼(WSG: Wild-Simulated Ginseng)은 재배 환경에 대한 높은 민감도로 수확기까지 생존율이 매우 낮은 식물이다. 이와 같은 식물적 특성을 고려하기 위해서는 지리정보시스템(GIS: Geographic Information System)과 같은 과학적인 기법을 활용하여 최적의 생육 환경을 선정하는 것이 매우 효과적인 방법이 될 수 있다. 따라서 본 연구는 GIS를 기반으로 산양삼의 재배 적지를 선정하는 과정의 최종 단계인 재분류 방법에 따른 적지 선정 결과를 분석하였다. 재분류 방법은 등 간격(EI: Equal Interval), 분위수(Q: Quantile), 내추럴 브레이크(Jenks)(NB: Natural Breaks(Jenks)), 그리고 기하학적 간격(GI: Geometrical Interval) 방법을 적용하였다. 재분류 방법에 따른 산양삼의 재배 적지 선정 결과, 내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법이 다른 재분류 방법들보다 넓은 면적을 적지로 선정하였다. 재분류 방법별로 선정된 적지에 대한 실제 재배지와의 Zonal statistics 분석에서는 내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법에 의해 선정된 적지가 실제 재배지와 가장 높은 중첩률을 나타내었다. 그러나 재분류 방법의 정확도 분석에서는 등 간격과 기하학적 간격 재분류 방법에 의한 정확도가 가장 높았다. 본 연구의 결과는 GIS를 기반으로 한 산양삼의 재배 적지 선정에 있어서 재분류 방법의 선택에 대한 고민을 해결해줄 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract Wild-Simulated Ginseng (WSG) should be grown only in mountainous regions. It is a plant with a poor survival rate until harvest due to its high sensitivity to the growing environment. It is very important to select an optimal growing environment for WSG using scientific techniques such as a GIS that consider all the plant characteristics. Therefore, this study analyzed the site selection for the cultivation of WSG according to different reclassification methods. This analysis of the present study is the final step in selecting suitable cultivation sites for WSG based on GIS. This study applied EI, Q, NB, and GI methods for reclassification. The results showed that the NB method selected a larger area for the suitable WSG cultivation sites than the ones chosen by the other reclassification methods. In the analysis of Zonal statistics, the sites selected by the NB reclassification method showed the highest overlap with the actual cultivation sites. However, in the accuracy analysis, the accuracies of the EI and GI reclassification methods were the highest. The results of this study are expected to solve the concerns in choosing the reclassification methods for the selection of suitable WSG cultivation sites based on GIS.

Keywords : Equal Interval, Geometrical Interval, GIS, Natural Breaks(Jenks), Quantile, Reclassification Method, Wild-Simulated Ginseng

이 논문은 2020~2021년도 경상국립대학교 대학회계 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

*Corresponding Author : Hyun Kim(Gyeongsang National Univ.)

email: kimhyun@gnu.ac.kr

Received August 20, 2021

Accepted January 7, 2022

Revised October 13, 2021

Published January 31, 2022

1. 서론

산양삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 두릅나무과 인삼속 식물을 말하는데[1], 산양삼은 「산지관리법」 제2조 제1호의 산지에서 차광막 등 인공시설을 설치하지 아니하고 생산되는 인삼(건조된 것 포함)을 말한다[2]. 산양삼은 소비자의 보호와 품질 향상을 위하여 2011년도부터 「임업 및 산촌진흥 촉진에 관한 법률」에 의하여 재배부터 생산, 유통까지 모든 과정이 관리, 감독되고 있는 “특별관리인삼물”이다[3].

산양삼은 효능 면에서 일반 인삼보다 약리 효과가 더 높은 것으로 평가되었으며[4], 건강한 먹거리에 대한 국민들의 관심 증가와 산양삼에 대한 인지도가 높아지면서 산양삼의 생산량은 증가하고 있다[5]. 2020년도 기준 산양삼 생산량은 158,119 kg으로 전년도 대비 9.8 %, 5년 전(2015년도) 대비 34.8 %의 증가율을 보였다. 또한 생산액은 466억 원으로 전년도 대비 8.1 %, 5년 전 대비 24.5 %의 증가율을 보였다[6]. 이처럼 산양삼 산업은 산지를 이용한 인삼물 생산 및 임가 소득원으로써 중요한 역할을 담당하고 있다.

산양삼은 재배 환경에 대한 높은 민감도를 보이는 식물로서[7-9], 「산지관리법」에서 정의하는 산지 내에서 재배되어야 하며, 「임업 및 산촌진흥 촉진에 관한 법률」에 의거, 무농약, 무비료를 원칙으로 재배하기 때문에 수확기까지 생존율이 매우 낮다[10]. 최근 산림청 조사에 의하면 산양삼 재배 임가들이 체감하는 연근별 생존율은 1년근 77.8 %, 4년근 44.4 %, 그리고 6년근 31.3 %로 매우 낮은 생존율을 체감하고 있었다[11]. 또한, 재배 기간이 같은 산양삼일지라도 재배 환경에 따라 굵기, 길이 등 그 형태가 각기 다르며, 이로 인해 상대적으로 상품성이 낮은 산양삼의 경우는 소비자들로부터 외면을 받아 판매에 어려움을 겪는 일도 있다[10].

산양삼을 재배하는 임가들은 재배지의 선정에 있어서 소유하고 있는 산림 중 재배나 관리가 편리한 접근성 고령 또는 재배자의 막연한 직감에 의존할 수 있으며[12], 이는 결국 산양삼의 생산량 감소 및 재배 임가의 소득 감소로 이어질 것이다. 이와 같은 문제를 해결할 수 있는 방법으로는 최적의 산양삼 생육 환경을 선정하여 산양삼을 재배하는 것이며, 이를 위해서는 GIS와 같은 과학적인 기법의 활용이 매우 효과적인 방법이 될 수 있다[9,13]. GIS를 기반으로 한 작물의 재배 적지 선정은 전문적 지식을 포함하는 중요하고 다양한 수준의 물리 환경적 요소들을 통합하는 하나의 강력한 도구임이 증명되

었다[14-16].

한편, GIS를 기반으로 한 적지 선정 연구는 주로 농작물의 재배 적지를 선정한 연구[17-19]가 수행되었으며, 특히 산양삼의 재배 적지 선정을 위한 기술적 연구[9,12,13]도 수행된 바 있다. 그러나 중첩 연산 데이터에 다양한 재분류 방법을 적용하여 재배 적지 선정 결과를 분석한 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구는 GIS를 기반으로 산양삼의 재배 적지를 선정함에 있어서 재분류 방법에 따른 적지 선정 결과를 분석해 보고 정확도가 높은 재분류 방법을 선정하고자 수행하였다.

2. 연구 개요 및 방법

2.1 연구 개요

GIS를 기반으로 산양삼의 재배 적지를 선정하는 최종 단계는 생육 적지의 환경 인자들을 이용하여 중첩 연산 데이터를 생성한 후 재분류하는 과정이다. 여기서 본 연구의 참신성은 이 재분류 과정에 있어서 다양한 재분류 방법을 적용하여 산양삼의 재배 적지를 선정해보고 그 결과를 다각적으로 비교·분석해 보는 것에 있다. 이를 위해 본 연구에서는 전북 진안군의 산지를 대상으로 수행한 Kang et al., (2016)의 연구 절차, 방법 및 기초 데이터[9]를 응용하여 중첩 연산 데이터를 생성한 후 다양한 재분류 방법을 적용하여 산양삼의 재배 적지를 선정하였고, 그 결과를 분석하였다.

2.2 방법

2.2.1 재배 적지 환경 인자 및 조건별 가중치

산양삼의 재배 적지 선정을 위한 환경 인자는 Table 1과 같이 선행 연구결과들의 분석을 통해 결정된 고도, 향, 경사, 임상(수종), 유기물 함량, 유효 토심, 토성, 토양 습도, 그리고 배수 인자[13]를 적용하였다. 특히 산양삼은 온도에 민감한 작물로서, 연평균 온도(1월 1일-12월 31일), 여름철 온도(7월 1일-8월 31일), 발아 단계 온도(3월 1일-3월 20일), 출아 단계 온도(3월 21일-4월 10일), 전엽 단계 온도(4월 11일-5월 10일), 그리고 개화 결실 단계 온도(5월 11일-6월 30일)를 재배 적지 선정을 위한 환경 인자[9]로 적용하였다.

중첩 연산 데이터 생성을 위해 본 연구에서는 선형조합법을 적용하였는데, Table 1과 같이 각각의 인자별 세

부 기준의 차이에 따라 가중치를 달리 부여하였으며, 가중치는 Eq. (1)을 이용하여 계산·적용하였다.

$$Weight\ Value_k = \frac{1}{n} \times \left(n - \sum_{k=1}^n (k-1) \right) \quad (1)$$

Where, n denotes the number of detailed criteria and k denotes the rank of the detailed criterion.

Table 1. Environmental factors for selection of suitable WSG cultivation sites and weight value by detailed criteria

| EF ¹ | Detailed criterion | Rank | Weight value |
|-----------------|---|------|--------------|
| El. | Higher than 300 m | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| As. | North | 1 | 1 |
| | East, Northeast, Northwest | 2 | 0.67 |
| | Others | 3 | 0.33 |
| Sl. | Less than 30 ° | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| FT(TS) | Hardwood forest, <i>Larix kaempferi</i> | 1 | 1 |
| | Mixed forest | 2 | 0.67 |
| | Others | 3 | 0.33 |
| SOC | 2-9 % | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| ESD | Greater than 15 cm | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| ST | Sandy loam, Loam, Silty clay loam | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| SM | Suitable moisture | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| Dr. | Good condition | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| AAT | 0-10 ℃ | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| ST | 20-25 ℃ | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| TDG | 5-15 ℃ | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| TDS | 5-15 ℃ | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| TDL | 10-20 ℃ | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |
| TDF/F | 20-25 ℃ | 1 | 1 |
| | Others | 2 | 0.5 |

¹ EF = Environmental Factor, El. = Elevation, As. = Aspect, Sl. = Slope, FT(TS) = Forest Type(Tree Species), SOC = Soil Organic Content, ESD = Effective Soil Depth, ST = Soil Texture, SM = Soil Moisture, Dr. = Drainage, AAT = Annual Average Temperature, ST = Summer Temperature, TDG = Temperature During Germination, TDS = Temperature During Sprouting, TDL = Temperature During Leafing, and TDF/F = Temperature During Flowering/Fruiting

2.2.2 환경 인자별 주제도와 중첩 연산 데이터 생성

환경 인자별 주제도는 선행 연구[9]에서의 데이터를 응용하였다. 먼저, 연구 대상지에 대한 고도, 향, 그리고 경사 인자에 대한 주제도는 국토지리정보원의 수치지형

도(1:25,000)에 의해 생성되었다. 임상(수종) 인자에 대한 주제도는 산림청의 임상도(1:25,000)에서 추출되었으며, 유기물 함량, 유효 토심, 토성, 토양 습도, 그리고 배수 인자에 대한 주제도는 산림청의 산림입지토양도(1:25,000)에서 추출되었다. 온도 관련 인자에 대한 주제도는 기상청의 자동기상관측장비로 측정된 데이터에 의해 생성되었다.

중첩 연산 데이터는 15가지 환경 인자별 주제도에 해당하는 각각의 세부 조건에 따라 가중치를 부여하여 생성하였다.

한편, 환경 인자별 주제도, 중첩 연산 데이터 및 재분류는 래스터(raster) 데이터(10 m × 10 m)로 분석되었으며, 분석 소프트웨어는 ArcMap 10.3.1(ESRI Inc., USA)을 이용하였다.

2.2.3 중첩 연산 데이터의 재분류

재배 적지 선정을 위해서는 중첩 연산 데이터를 재분류 하게 되는데, 연구 대상지 내 산지를 대상으로 적지(SS: Suitable Site), 가능지(PSS: Possibly Suitable Site), 고려지(PUS: Probably Unsuitable Site), 그리고 부적지(US: Unsuitable Site)로 구분하여 재분류 하였다. 재분류 방법은 ArcMap의 자동화 재분류 방법인 등 간격, 분위수, 내추럴 브레이크(Jenks), 그리고 기하학적 간격 재분류 방법을 적용하였다.

2.2.4 재분류 결과 분석

재분류 결과의 분석은 먼저, 산양삼의 재배 적지 선정 결과를 재분류 방법별로 분석하였다.

또한 산양삼의 생산·판매 실적이 있는 실제 산양삼 재배지 55개소를 재배 적지로 판정하였는데, 재분류 방법에 따른 4종류의 재배 적지 선정 데이터에서 적지만을 추출하여 실제 산양삼 재배지 데이터와 Zonal statistics 분석을 통해 중첩률을 분석하였다.

마지막으로 재분류 방법에 따라 선정된 재배 적지의 실제 재배지에 대한 중첩률과 중첩 연산 데이터의 재분류 방법에 따른 적지 선정 비율을 이용하여 재분류 방법의 정확도를 분석하였다.

3. 결론

3.1 중첩 연산 데이터 생성

산양삼의 재배 적지 선정을 위한 중첩 연산 데이터 생

성 결과, Fig. 1에서 보는 바와 같이 연구 대상지 내 산지는 최저 8.16부터 최고 13.98까지 다양한 값이 분포하고 있었다. 이 중첩 연산 데이터에 4가지 재분류 방법을 적용하여 재분류 방법별 산양삼 재배 적지를 선정하였고, 각각의 결과 값을 분석하였다.

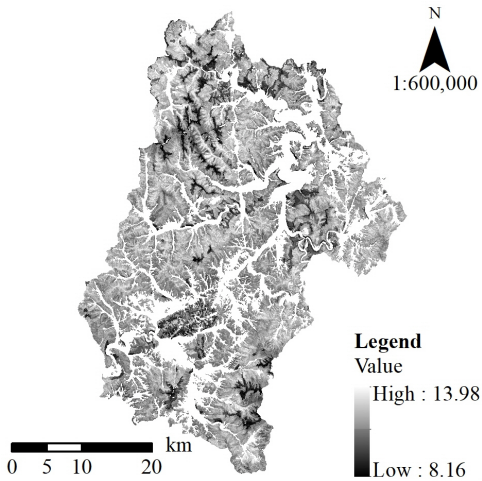


Fig. 1. Result of overlapping calculation of thematic maps for each environmental factor

3.2 재분류 방법별 산양삼 재배 적지 선정

재분류 방법에 따른 산양삼의 재배 적지 선정 결과, Table 2에서 보는 바와 같이 등 간격 재분류 방법은 적지를 8,026.56 ha로 선정하였으며, 가능지는 38,347.13 ha, 고려지는 8,587.77 ha, 그리고 부적지는 1,017.89 ha로 선정하였다. Fig. 2의 (a)에서 보는 바와 같이 등 간격 재분류 방법을 적용한 경우 가능지인 연두색의 비율(68.50 %)이 가장 높았다.

분위수 재분류 방법은 적지를 10,800.02 ha로 선정하였으며, 가능지는 14,431.06 ha, 고려지는 16,530.72 ha, 그리고 부적지는 14,217.55 ha로 선정하였다. Fig. 2의 (b)에서 보는 바와 같이 분위수 재분류 방법을 적용한 경우 고려지인 주황색의 비율(29.53 %)이 가장 높았다.

내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법은 적지를 15,877.13 ha로 선정하였으며, 가능지는 23,923.47 ha, 고려지는 11,814.47 ha, 그리고 부적지는 4,364.28 ha로 선정하였다. Fig. 2의 (c)에서 보는 바와 같이 내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법을 적용한 경우 가능지인 연두색의 비율(42.74 %)이 가장 높았다.

기하학적 간격 재분류 방법은 적지를 8,026.56 ha로 선정하였으며, 가능지는 22,227.82 ha, 고려지는 21,360.69

ha, 그리고 부적지는 4,364.28 ha로 선정하였다. Fig. 2의 (d)에서 보는 바와 같이 기하학적 간격 재분류 방법을 적용한 경우 가능지인 연두색의 비율(39.71 %)이 가장 높았다.

Table 2. Selection results of suitable WSG cultivation sites by reclassification methods

| Spec. | EI | Q | NB | GI |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| SS | 8,026.56 (14.34) | 10,800.02 (19.29) | 15,877.13 (28.36) | 8,026.56 (14.34) |
| PSS | 38,347.13 (68.50) | 14,431.06 (25.78) | 23,923.47 (42.74) | 22,227.82 (39.71) |
| PUS | 8,587.77 (15.34) | 16,530.72 (29.53) | 11,814.47 (21.11) | 21,360.69 (38.16) |
| US | 1,017.89 (1.82) | 14,217.55 (25.40) | 4,364.28 (7.80) | 4,364.28 (7.80) |
| Total | 55,979.35 (100.00) | 55,979.35 (100.00) | 55,979.35 (100.00) | 55,979.35 (100.00) |

Values are presented as ha (%)

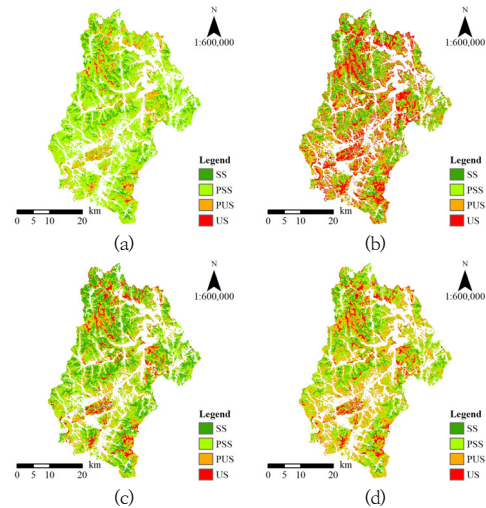


Fig. 2. Maps of the selection results for suitable WSG cultivation sites by reclassification methods(SS = green color, PSS = yellow-green color, PUS = orange color, and US = red color)

(a) EI (b) Q (c) NB (d) GI

3.3 산양삼 재배지와 선정된 적지와의 분석

재분류 방법에 따른 재배 적지 선정 데이터에서 적지만을 추출하여 실제 산양삼 재배지 데이터와 Zonal statistics 분석을 실시하였다. Table 3에서 보는 바와 같이 내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법에 의해 선정

된 적지는 실제 재배지와 37.23 %의 가장 높은 중첩률을 나타내었다. 다음으로 분위수 재분류 방법에 의해 선정된 적지는 25.93 %의 중첩률을 나타내었다. 등 간격과 기하학적 간격 재분류 방법에 의한 적지는 19.83 %의 동일한 중첩률을 나타내었다.

Table 3. Analysis results of Zonal statistics between actual WSG cultivation sites and suitable sites by reclassification methods

| Spec. ¹ | EI | Q | NB | GI |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| RCA (a) (ha) | 604.89 | 604.89 | 604.89 | 604.89 |
| OA (b) (ha) | 119.97 | 156.86 | 225.23 | 119.97 |
| OR (b/a) (%) | 19.83 | 25.93 | 37.23 | 19.83 |

¹ RCA = Real Cultivation Area, OA = Overlapped Area, and OR = Overlap Ratio

3.4 재분류 방법의 정확도 분석

재분류 방법의 정확도를 분석한 결과, Table 4에서 보는 바와 같이 내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법은 가장 높은 비율(28.36 %)의 적지 선정과 실제 산양삼 재배지와 가장 높은 중첩률(37.23 %)을 보였음에도 불구하고 재분류 방법의 정확도는 가장 낮은 1.31 값을 나타내었다. 반면, 등 간격과 기하학적 간격 재분류 방법은 낮은 비율(14.34 %)의 면적을 적지로 선정하였으나, 재분류 방법의 정확도는 1.38로 가장 높은 값을 나타내었다. 한편, 분위수 재분류 방법의 정확도는 1.34인 것으로 나타났다.

Table 4. Accuracy analysis results of reclassification methods using overlap ratio and selection ratio of suitable sites

| Spec. ¹ | EI | Q | NB | GI |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| SS (a) (%) | 14.34 | 19.29 | 28.36 | 14.34 |
| OR (b) (%) | 19.83 | 25.93 | 37.23 | 19.83 |
| RMA (b/a) | 1.38 | 1.34 | 1.31 | 1.38 |

¹ OR = Overlap Ratio and RMA = Reclassification Method Accuracy

3. 결론

GIS를 기반으로 재분류 방법에 따른 산양삼의 재배

적지 선정에서는 내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법이 다른 재분류 방법들보다 가장 넓은 면적을 적지로 선정하였다.

선정된 적지에 대한 실제 재배지와의 Zonal statistics 분석에서는 내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법에 의해 선정된 적지가 실제 재배지와 가장 높은 중첩률을 나타내었다. 그러나 이는 내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법이 다른 3가지 재분류 방법들보다 상대적으로 넓은 면적을 적지로 선정하였기 때문에 실제 재배지와 높은 중첩률을 나타낸 것으로 판단되었다.

그러나 재분류 방법의 정확도는 내추럴 브레이크(Jenks) 재분류 방법이 가장 낮았다. 이는 가장 넓은 면적을 적지로 선정한 것에 비해 상대적으로 낮은 중첩률을 나타내었기 때문인 것으로 분석되었으며, 이로 인해 재분류 방법의 정확도가 가장 낮게 나타난 것으로 판단되었다. 반면, 등 간격과 기하학적 간격 재분류 방법은 낮은 비율의 면적을 적지로 선정하였으나, 이에 반해 실제 산양삼 재배지와 중첩률은 상대적으로 높았기 때문에 재분류 방법의 정확도가 가장 높게 나타난 것으로 판단되었다.

본 연구에서는 생육 환경에 민감한 산양삼의 환경 인자별 세부 기준을 구분하고 가중치를 달리 부여하여 재배 적지 선정에 필요한 중첩 연산 데이터를 생성하였다. 그러나 환경 인자들 사이의 중요도 즉, 가중치는 고려하지 못하였다. 따라서 계층적 의사결정법(AHP: Analytic Hierarchy Process)과 같은 기법을 적용하여 환경 인자들 사이의 가중치를 부여한 후 재배 적지를 선정하고 재분류 방법에 따른 중첩률과 정확도를 분석하는 연구가 필요할 것이다.

References

- [1] Korea Forest Service(KFS), Standard Cultivation Guidelines for Forest Products for Good Agricultural Practices(GAP), KFS, Korea, 2020, pp.699.
- [2] KFS, Quality Control Technique for Wild-Simulated Ginseng, Available From: [\(http://www.law.go.kr/행정규칙/산양삼에관한품질관리요령/\(2020-21,20200401\)\)](http://www.law.go.kr/행정규칙/산양삼에관한품질관리요령/(2020-21,20200401)) (accessed Aug. 20, 2021)
- [3] KFS, Forestry and Mountain Villages Development Promotion Act, Available From: [\(http://www.law.go.kr/법령/임업및산촌진흥촉진에관한법률\)](http://www.law.go.kr/법령/임업및산촌진흥촉진에관한법률) (accessed Aug. 20, 2021)
- [4] H. K. Moon, *Quality Characteristics and Anti-Diabetic*

- Effect of Mountain-Cultivated Ginseng (Sanyangsam)*, Ph.D. dissertation, Kyungpook National University, Daegu, Korea, pp.3, 2015.
- [5] KFS, Detailed Implementation Plan for 2020 Major Tasks, Available From: http://www.forest.go.kr/kfswweb/cop/bbs/selectBoardArticle.do?nttid=3140483&bbsId=BBSMSTR_1008&pageUnit=9&ntcEndDt=&mn=NKFS_06_09_05 (accessed Aug. 20, 2021)
- [6] KFS, Introduction of Wild-Simulated Ginseng, Available From: https://www.forest.go.kr/kfswweb/kfi/kfs/cms/cmsView.do?mn=NKFS_02_01_07_03_01&cmsId=FC_000826 (accessed Aug. 20, 2021)
- [7] S. Y. Woo, D. S. Lee, "A Study on the Growth and Environments of *Panax ginseng* in the Different Forest Stands (I)". *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, Vol.4, No.2, pp.65-71, 2002.
- [8] S. M. Seo, S. Y. Woo, D. S. Lee, "A Study on the Photosynthetic Rates of *Panax ginseng* in the Different Age and Provinces", *Journal of Korean Forest Society*, Vol.96, No.3, pp.357-361, 2007.
- [9] H. M. Kang, S. I. Choi, H. Kim, "Identification of suitable sites for mountain ginseng cultivation using GIS and geo-temperature", *Springerplus*, Vol.5, No.394, pp.1-13, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40064-016-2031-x>
- [10] H. M. Kang, S. J. Cho, S. I. Choi, N. Sato, H. Kim, "Revitalizing Mountain Ginseng Cultivation in North Jeolla Province, South Korea", *Small-scale Forestry*, Vol.15, pp.497-516, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11842-016-9336-z>
- [11] KFS, 2019 Statistical Data Book on Wild-Simulated Ginseng, KFS, Korea, 2019, pp.16.
- [12] S. S. Kim, C. K. Lee, H. M. Kang, S. I. Choi, S. H. Jeon, H. Kim, "Land Suitability Evaluation for Wild-Simulated Ginseng Cultivation in South Korea", *Land*, Vol.10, No.2(94), pp.1-13, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/land10020094>
- [13] M. S. Beon, J. H. Park, H. M. Kang, S. J. Cho, H. Kim, "Geographic information system-based identification of suitable cultivation sites for wood-cultivated ginseng", *Journal of Ginseng Research*, Vol.37, No.4, pp.491-495, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5142/jgr.2013.37.491>
- [14] S. J. Carver, "Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems", *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol.5, No.3, pp.321-339, 1991. DOI: <https://doi.org/10.1080/02693799108927858>
- [15] J. Malczewski, "GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview", *Progress in Planning*, Vol.62, No.1, pp.3-65, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/i.progress.2003.09.002>
- [16] W. Chivasa, O. Mutanga, C. Biradar, "Mapping land suitability for maize (*Zea mays* L.) production using GIS and AHP technique in Zimbabwe", *South African Journal of Geomatics*, Vol.8, No.2, pp.265-281, 2019.
- [17] S. L. Jayasinghe, L. Kumar, J. Sandamali, "Assessment of Potential Land Suitability for Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) in Sri Lanka Using a GIS-Based Multi-Criteria Approach", *Agriculture*, Vol.9, No.7(148), pp.1-15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture9070148>
- [18] D. Wang, C. Li, X. Song, J. Wang, X. Yang, W. Huang, J. Wang, J. Zhou, "Assessment of Land Suitability Potentials for Selecting Winter Wheat Cultivation Areas in Beijing, China, Using RS and GIS", *Agricultural Sciences in China*, Vol.10, No.9, pp.1419-1430, 2011. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(11\)60135-1](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60135-1)
- [19] S. J. Jung, B. S. Bark, G. S. Jang, B. K. Hyun, S. K. Rim, "Suitability Class Criteria for Red Pepper Cultivation with Respect to Soil Morphology and Physical Properties", *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, Vol.37, No.5, pp.336-340, 2004.

이 총 규(Chong-Kyu Lee)

[정회원]



- 1992년 2월 : 경상대학교 대학원 임학과 (농학석사)
- 1999년 2월 : 경상대학교 대학원 임학과 (농학박사)
- 2007년 3월 ~ 2021년 2월 : 경남과학기술대학교 산림자원학과 교수
- 2021년 3월 ~ 현재 : 경상국립대학교 산림자원학과 교수

<관심분야>

산림보호, 수목병해충

강 학 모(Hag-Mo Kang)

[정회원]



- 1989년 8월 : 전북대학교 대학원 임학과 (농학석사)
- 1995년 3월 : 규슈대학교 대학원 임학과 (농학박사)
- 2002년 2월 ~ 2010년 8월 : 경기도산림환경연구소 지방녹지연구소
- 2010년 8월 ~ 현재 : 전북대학교 산림환경과학과 교수

<관심분야>

산림정책, 산림법률

최 수 임(Soo-lm Choi)

[정회원]



- 1997년 2월 : 순천대학교 대학원 산림자원학과 (농학석사)
- 2003년 3월 : 규슈대학교 산림자원학과 (농학박사)
- 2004년 1월 ~ 2011년 2월 : 국립산림과학원 Post-doc/임업연구사
- 2011년 2월 ~ 현재 : 순천대학교 산림자원학전공 교수

<관심분야>

산림경제, 산림정책, 산림경영

김 현(Hyun Kim)

[정회원]



- 2005년 2월 : 전북대학교 대학원 임학과 (농학석사)
- 2010년 2월 : 전북대학교 대학원 임학과 (농학박사)
- 2017년 9월 ~ 2021년 2월 : 경남과학기술대학교 산림자원학과 교수
- 2021년 3월 ~ 현재 : 경상국립대학교 산림자원학과 교수

<관심분야>

산림경영·측정, GIS/RS, 산림정책