

인삼정보시스템 구축 및 이를 활용한 재배적지 분석(금산지역)

김 윤 영

중앙대학교 인삼산업연구센터
(2001년 8월 15일 접수)

Selection to be Compatible Site for Ginseng Information System in Kumsan Area

Yoon-Young Kim

Korea Ginseng Institute, Chung-Ang University, 40-1 Nae-ri, Daeduk-myun,
Ansung-shi, Kyunggi-do, 456-756, Korea
(Received August 15, 2001)

Abstract : The methodology introduces the establishment of a regional ginseng information system, which combines a ginseng database and GIS functionalities. The use of a database and GIS in the execution of ginseng studies may be expressed as shown in Kumsan-Gun. The process from defining a high-quality ginseng problem to providing advice and suggestions for solution of the problem is carried out through five steps: a) data collection and retrieval of data from a database; b) processing of data and preparing model input using a GIS; c) running a high quality-ginseng model; d) interpretation of model output using GIS; e) visualization and translation of study results for discussion with involved parties and advice to principals. In ginseng management it is necessary to deal efficiently and adequately with occurring ginseng situation and problems. This requires the availability of a ginseng information system based on a GIS in Kumsan-Gun, which provides up-to-date information which is quickly accessible and easy to process.

Key words : database, GIS, Kumsan-Gun, methodology, visualization

서 론

21세기는 하나의 시스템에서 다양한 정보의 결합으로 이루어지는 디지털 시대이다. 각종 방대한 자료를 연구하고 각자 자료를 방치하여 다음에 똑 같은 내용을 다시 처음과 같은 연구 단계를 거치는 것이 반복된다. 농업분야에서도 지리정보 시스템을 이용한 데이터베이스 구축을 앞다투어 시행되고 있으므로 본 연구에서도 다양한 인삼관련 정보들을 수집하여 재배적지를 선정하였다. 이중 특히 지리정보시스템은 지리정보를 효과적으로 수집, 저장, 갱신, 처리, 분석 및 출력하는 기법으로 여러 분야에서 그 활용범위가 확대되고 있다. 인삼정보시스템 구축은 재배지에서 소비자 단계까지를 총망라하는 궁극적인 인삼정보화의 최종 목적이다.

컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어의 급속한 발달은 많은 양의 정보를 신속하게 처리할 수 있어 정보 집약적인 분석이 빠른 속도로 이루어지고 있다. 정보사회는 정보를 신속하게 처리하고 관리할 수 있는 시스템이 필요하다. 따라서, GIS (Geographic Information System)는 이러한 시대적 요구에 따라 개발되었으며, 그 필요성이 날로 증가하고 있다.¹⁻¹⁰⁾

컴퓨터를 이용한 매핑시스템의 발전에 따라 지도의 정확도와 시각적 효과가 뛰어난 기능을 가지면서 3차원 공간분석 (spatial analysis) 기능을 가진 새로운 시스템이 개발되고 있다. 이러한 기술은 지형도, 지적도, 주제도의 제작, 공간적인 변화 특성에 대한 수학적 기법 연구, 도시계획, 수도, 전력, 가스 및 전화 등 사회간접자본의 네트워크 계획 및 분석, 영상 분석 등에 이용되고 있다.¹¹⁻¹³⁾ GIS 자료의 형식은 시스템 내에서 상호 관련성을 가지고 있어 접근, 변환 및 관리되기 때문에 농업자원 평가 및 관리, 환경변화의 분석 또는 의사결정 등에도 사용될 수 있다.

#본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
(전화) 82-31-670-4686; (팩스) 82-31-676-6544
(E-mail) yykim@cau.ac.kr

농산물 중에 고부가가치 상품인 인삼은 연작 문제와 재배 기간의 문제 등으로 계획적인 정보시스템을 구축하여 다양한 문제를 해결할 수 있다. 문서의 수작업은 도면한계성으로 수정 및 갱신사항의 반영이 어렵고 유지관리 문제를 초래하고 있다. 그러므로 인삼재배의 정확한 현황 파악은 디지털 정보로 입력되고 갱신이 용이하므로 이것을 활용하여 재배 관련된 정보화가 가능 효율적인 계획수립이 가능하다.

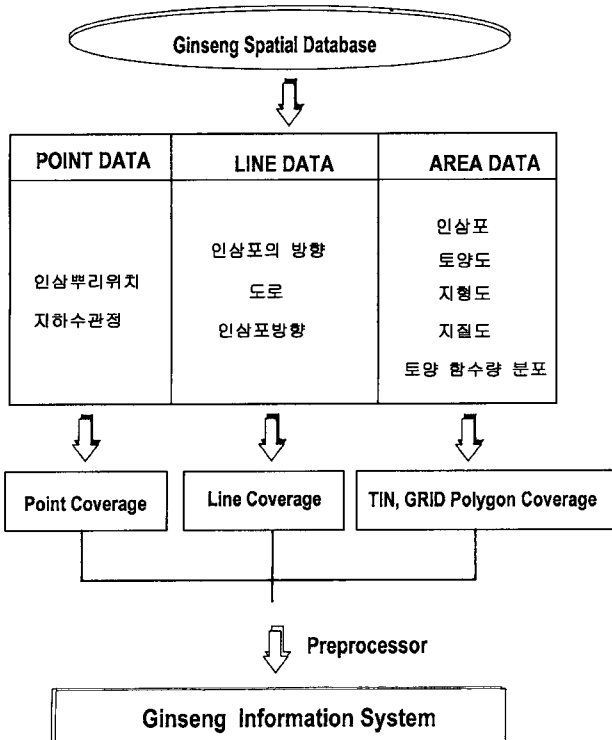
우량 원료삼 확보를 위한 안정적인 생산 기반을 위해 연작 장애를 극복하기 위하여 경작면적의 확보 등도 인삼정보시스템 구축을 통하여 해결이 가능하다. 인삼정보시스템을 통하여 수요에 부응하는 적정재배면적 유지 및 생산성 향상을 가져올 수 있다. 이번 연구에서는 금산지역을 대상으로 토양, 지질, 기후, 수계, 그리고 지형의 특성을 이용하여 고품질 인삼 생산에 적합한 지역을 선정하였다. 이렇게 구축된 인삼정보시스템은 각종 디지털 자료를 기본으로 하여 인삼재배단계의 문제를 예측하는데 활용하고자 한다.

자료 및 방법

인삼재배는 예정지 선정단계부터 채굴 까지 최소 6년 이상 동안 재배지의 특성을 관찰하여 정보화를 계속해야 시스템의

가치를 인정받을 수 있다. 고품질 삼을 생산하기 위하여 다음과 같은 다섯 단계로 인삼정보시스템을 구축하였다. 첫째는 자료수집 및 데이터 베이스로부터 각 주제도 작성(수계, 등고선, 도로, 경작지, 등); 둘째는 자료의 전처리 및 지리정보시스템으로 입력하기 위한 전환(Fig. 1); 셋째로는 고품질 삼 생산지 분석; 넷째로는 재배적지의 출력 및 보정; 다섯째로는 결과를 공간 분포 하에서 출력하고 이를 실제 적용하는 단계로 나누어서 적용하였다. 이렇게 구축된 금산인삼정보시스템은 앞으로 재배지와 인삼성분만 분석하여 자료로 입력하면 위의 다섯 번째의 결과를 증명하면 모델을 완성할 수 있다. 앞으로 계속적인 현장 조사에서 분석자료의 정보가 축적이 되면 보다 빠르고 정확한 시스템을 구축할 수 있다.

인삼 재배적지 선정에 고려할 영향 요소들은 지역들의 우선 순위 결정을 위한 재배환경에 필요한 평가요소 결정, 환경영향 요소들의 결정인자들을 추출하기 위한 환경정보들의 산출과 분석, 도면의 수치화와 기하보정, 재배적지들의 우선 순위 평가 등과 같은 요소들이 고려되어야 한다. 선정 단계는 지형적인 요소(경사 및 방향), 토양 그리고 지질의 요소를 고려하여 각각의 주제도를 작성 후 인삼정보시스템의 정보처리 기법의 기능인 중첩, 완충지역분석, 추출 등의 기능으로 재배적지를 1차로 선정하고 이를 필드에서 적용 후 재분석함으로써 최종적지를 선정하는 방법이다.



1. GIS 자료구조

GIS는 기본적으로 영차원의 점(point), 일차원의 선(line) 및 이차원의 면(polygon)으로 공간상에 존재하는 모든 객체에 대한 도형정보를 나타낸다. 인삼정보시스템에서 구축된 공간 자료들의 입력되는 형태를 점, 선, 그리고 면의 형태로 입력된다. 벡터자료는 공간자료를 표현하는 가장 일반적인 방법으로, 대상에 대한 정보를 가능한 정확히 표현하고 자료의 크기를 최소화하기 위한 것이다. 도로와 수계와 같은 지형요소의 표현과 육지와 바다와 같은 서로 다른 지형 요소간의 경계를 구분하기 위해서 많이 이용된다.

산악지는 남향보다는 북동 및 북향이 인삼재배지에 적합하다고 한다.¹⁴⁾ 토양 분포도와 예정지 관리에 따라서도 인삼의 성장에 많은 영향을 준다. 이러한 이유에서 인삼생산과 관련된 많은 정보를 수집하여 복합적으로 분석하여야 한다. 구축하고 있는 자료를 통하여 인삼재배의 적지선정 모형을 개발하고 이를 입체적인 결과로 판별이 가능하다. 초기단계의 재배기술 정보를 공간정보와 연계하여 지리정보시스템으로 구축함으로써 각종 분석을 보다 효과적으로 할 수 있도록 지원하고자 한다.

(1) GRID 구성

같은 크기를 가지는 사각형 셀의 배열에 의해서 정보가 표

Fig. 1. Schematic representation of the spatial database in Ginseng Information System.



Fig. 2. Using the GRID map algebra in Kumsan Area.

현하는 지형 자료모형으로서 각각의 격자셀은 각각의 x, y값을 갖는다. 셀은 각각 고유한 값을 가지며 부가적인 속성은 Value Attribute(VAT) 저장된다. GRID에 의해서 표고를 나타내는 경우는 각 sample은 일정한 표고값을 갖는 셀로 구성된다. 래스터 형식의 자료 형태의 구조를 가지는 GRID는 자료의 분석이 용이하고 이미지의 형태로 각각의 셀마다 값을 다르게 부여 할 수 있다. 인삼포의 밀집 지역을 표현하는데 유리하게 사용할 수 있는 구조이다(Fig. 2).

(2) TIN 구성

DEM(digital elevation model) 자료는 공간상에 나타나는 지형의 기복을 수치적으로 표현한 자료로, 수치지형모델(DTM; digital terrain model)이라고도 한다.⁴⁾ 그러나, DTM에서 terrain이라는 의미는 고도뿐만 아니라 지표의 다른 속성도 포함하고 있기 때문에 더 포괄적인 의미를 가지고 있다. DEM 자료는 경사나 경사방위각 등 많은 속성들을 추출할 수 있고, 수자원 분야의 경우에는 하천도(stream network), 흐름방향도(flow direction) 및 유역경계도(watershed boundary) 등 많은 유용한 정보를 제공한다. x, y평면 좌표 상에서 고도를 나타내는 z값을 가지고 있으며, 2.5D의 구조를 가지고 있다(Fig. 3).

불규칙 삼각망(TIN)은 수치모형이 가지는 자료의 중복을 줄일 수 있으며, 지형공간정보체계와 자동지도제작, 그리고 등

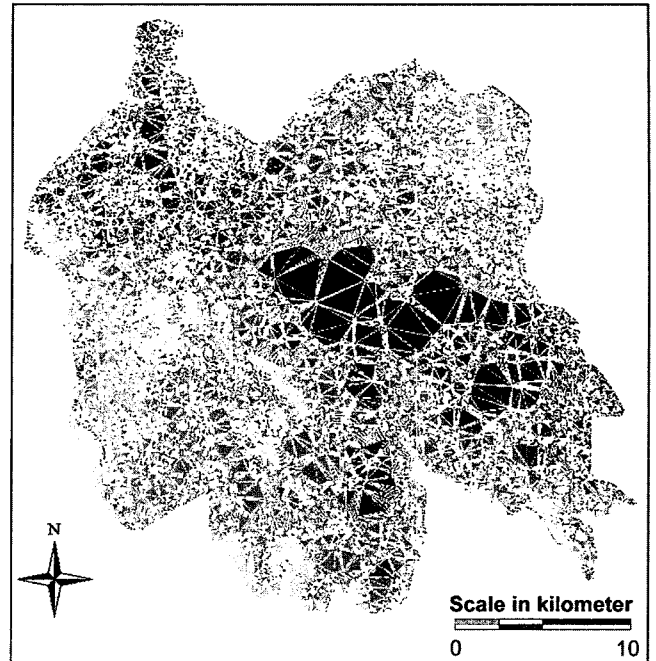


Fig. 3. The colored relief map is draped over an elevation surface of TIN (Triangulated irregular networks). A surface representation derived from irregularly spaced sample points and breakline features. Each sample point has an x, y, coordinate and a surface, or z-value.

고선 처리 프로그램과 같은 여러 분야에서 많이 사용되고 있는 방법이다. 지표면에 관한 정보를 생성, 저장, 분석, 표현하는 Surface Modeling Tool이다. 예를 들어 불규칙으로 분포하는 X, Y 표본점과 Z 값의 속성으로 지표면을 나타낸다. 데이터 구조는 각 표본점을 꼭지점으로 하는 삼각망과 인접 삼각망간의 위상관계를 저장함으로써 이루어진다. 이러한 구조는 지형의 기복이나 경사, 향 등을 지형분석과 입체적 표현에 매우 효율적이다.

2. 인삼정보수집

금산지역은 연작장해로 인한 재배지가 대부분 논삼의 재배가 증가하는 추세이다. 논은 수분이 밭보다 많으므로 배수관리를 철저히 하지 않을 경우 적변삼 발생이 높을 가능성이 있고 지형이 낮은 곳은 홍수의 피해가 있을 수 있다. 재배 예정지 선정 시 가장 중요한 것이 토양의 배수성이다. 토양배수성이 불량할 경우 근부병 발생이 많고 지근 발달이 불량하므로 인삼농사를 실패하게 된다. 토양 배수성이 좋은 지형은 물빠짐이 좋은 곳으로 약간 경사진 곳에 있는 논 또는 평탄지라도 토성이 사양토인 곳이 좋다.

다음은 인삼 성장에 필요한 기본적인 인삼정보시스템(Ginseng Information System)으로 구축한 내용이다.

- 가. 재배지의 토양도 등급
- 나. 지질분포도 등급화
- 라. 기온, 강수량, 풍향 등의 기후변화(이상기후 포함) 자료 등급화
- 마. 예정지 상태에 따른 등급화
- 바. 기상 변화와 같은 천재지변과 화재 등으로 인한 인제 등의 등급화
- 사. 경작인의 재배기술 등급화
- 자. 지형 고도에 따른 등급화
- 차. 삼포의 동서남북 방향에 따른 등급화

이상과 같은 항목을 정량화 하여 각각의 값을 부여하고 인삼 재배에 적합한 재배적지를 선정하는 것에 목적이 있다. 계획한 대로 인삼정보시스템의 기초자료가 구축은 마무리 단계이고 앞으로는 인삼의 정보를 입력하는 단계가 남아 있다. 본 연구에서는 인삼 경작에 필요한 기본적인 산악지의 경사도, 방향, 토양 및 지질분포, 수계 등의 기본적인 요소를 적용하여 금산지역의 재배적지 선정을 하였다.

(1) 지형도

금산지역을 이루는 고지들은 대둔산(878 m), 천등산(707 m), 칠백이고지(700 m), 진락산(732 m) 등으로 모두 백악기 화성암류로 이루어져 있다(Fig. 4). 이보다 낮은 지역은 400 m 정도의 지형은 변성 퇴적암류의 분포지대이다.¹⁵⁾ 가장 낮은



Fig. 4. Distribution of the point type for ginseng field in Kumsan area.

지대는 주로 변성 퇴적암류이고 운주면 장선리 일대로서 표고 70 m 정도이고 화강암으로 이루어진 금산일대는 표고 150 m 정도이다. 진락산 일대와 대둔산 일대의 산능은 동부는 대체로 급한 철형 사면(Convex Slope)을 가지면서 산능선 부근에는 단애를 이루나 서부는 비교적 낮은 경사의 요형 사면(Concave Slope)을 이루어 현저한 대조를 보인다. 하계는 산능과 비슷한 모양으로 대체로 북서로 발달한다. 이러한 주류의 방향에 예상상으로 유입되는 지류들은 북동 방향을 나타내는 경향을 보인다. 수지상 수계의 특성을 보인다. 인삼재배지 중에서 지형경사가 15도 이상 되는 지역은 기계화에 어려운 점이 있다. 이 요소를 고려하여 금산지역에서 지형경사의 범위를 나타낸 것이다. 만약 지형경사가 15도 이상되면 인삼 경작의 어려움이 많다.

(2) 정밀토양도

인삼 재배에 가장 중요한 토양자원의 과학적 분류를 위해

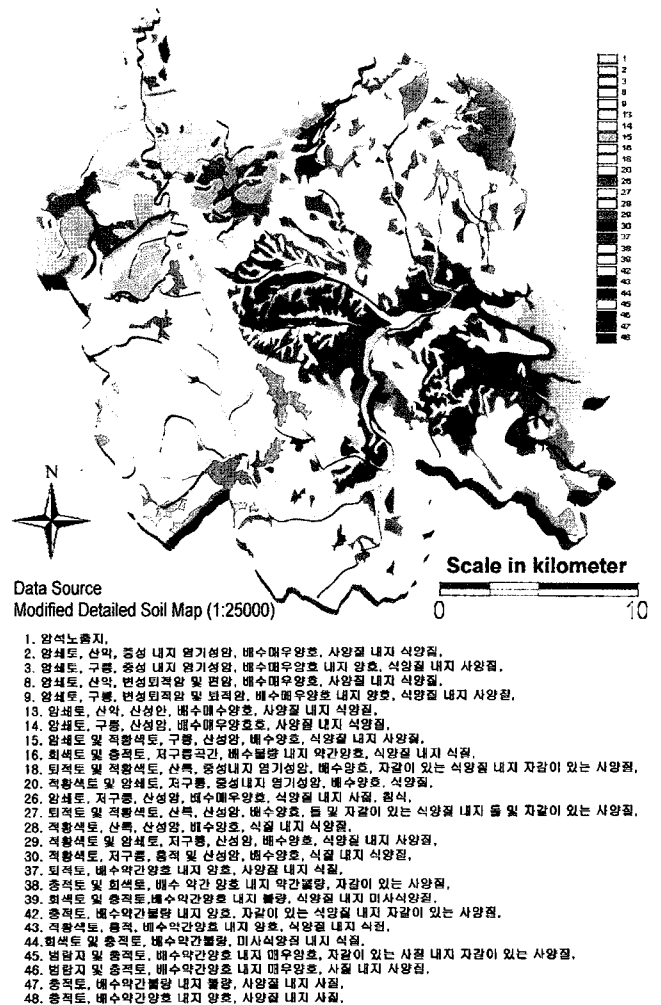


Fig. 5. Distribution of digital soil map in Kumsan area.

서 재배 지역의 전체적인 토양의 분포 및 특성을 한 눈에 파악하고 적지를 분석할 수 있는 디지털 토양도가 무엇보다도 중요하다. 농촌진흥청의 농업기술연구소에서 발간한 정밀 토양도¹⁶⁾와 개략토양도¹⁷⁾를 기본으로 하고 현재의 토양분포 상황을 한 눈에 볼 수 있는 디지털 토양도를 만들었다(Fig. 5). 이 토양도의 특징은 좌표에 의해 움직이는 좌표체계의 정밀토양도이다. 이 토양도 위에 인삼재배 지역의 정확한 면적과 재배정보를 벡터(Vector) 또는 래스터(Raster)의 형태로 지형, 인삼포의 위치, 면적, 토양 성질 및 특성, 지질정보, 인삼의 상태 등이 모두 저장된다. 이렇게 만들어진 토양정보는 인삼의 재배에 적합한 합리적인 토양을 선택하는데 획기적인 기여를 할 수 있다.

토양입자의 크기에 따라 수분과 영양분의 흡수력이 차이가 난다. 토양내의 점토광물이 많아질수록 보수력이 높아지고 통기성이 나빠지게 된다. 6년근 인삼재배를 위한 토양으로는 칸당 2 kg 이상 생산된 우량포, 이에 못 미치는 불량포를 토성별로 조사한 결과 우량포는 식양토에서 양토까지 많고 불량포는 사양토에서 많았다. 이와 같이 식양토에서 양토까지는 점토와 유기물함량이 높고 보수력이 좋기 때문이다. 재배단계에서 배수관리를 잘못된 포지나 평탄지의 식질토양에서 배수가 불량한 포지는 사양질토양 보다 불리할 수도 있다. 토양이 수분을 간직하는 힘은 토양입자가 입자사이의 생긴 공극의 크기에 의하여 좌우되며 수분 보유량은 공극에 따라 결정된다. 식양질 토양은 질소와 인산함량이 낮고 초기 생육은 사양질 토양보다 늦어나 결주 발생이 적고 5, 6년근의 양분 흡수량이 많은 시기에 적절히 양분공급을 할 수 있기 때문에 홍삼포로 이용하는 것이 유리하다.¹⁴⁾

(3) 지질도

금산지역 지질의 암체는 주로 옥천층군과 중생대 화성암류가 주를 이룬다. 이 지역의 지질은 선캠브리아기 편마암류, 시대 미상의 옥천층군, 유라기 화강암, 백악기 퇴적암류 및 백악기 화성암류, 제 4기 층적층 등으로 구성되어 있다. 금산도폭을 참고로 현재의 지질조사로 얻어진 지질분포를 입력하여 디지털 지질도를 만들었다.¹⁵⁾ 인삼정보시스템에서 지형도와 지질도를 한번에 중첩하여 나타내면 다음과 같다(Fig. 6).

지질도 남부의 금산 일대에 분포하는 소량의 편마암류는 고도의 변성상으로 보아 우리나라 지질계통상 선 캠브리아기(Pre-Cambria)로 볼 수 있다. 디지털 지질도의 북서부에서 남동부에 이르기까지 넓게 분포되는 변성 퇴적암층은 그 분포 방향과 그 특유한 저변성상의 암상으로 보아 소위 옥천계의 연장부로 인정된다. 디지털 지질도의 남서부에는 규장암이 잘 발달되어 있는 특성을 볼 수 있다. 암상의 특징은 대항산 규

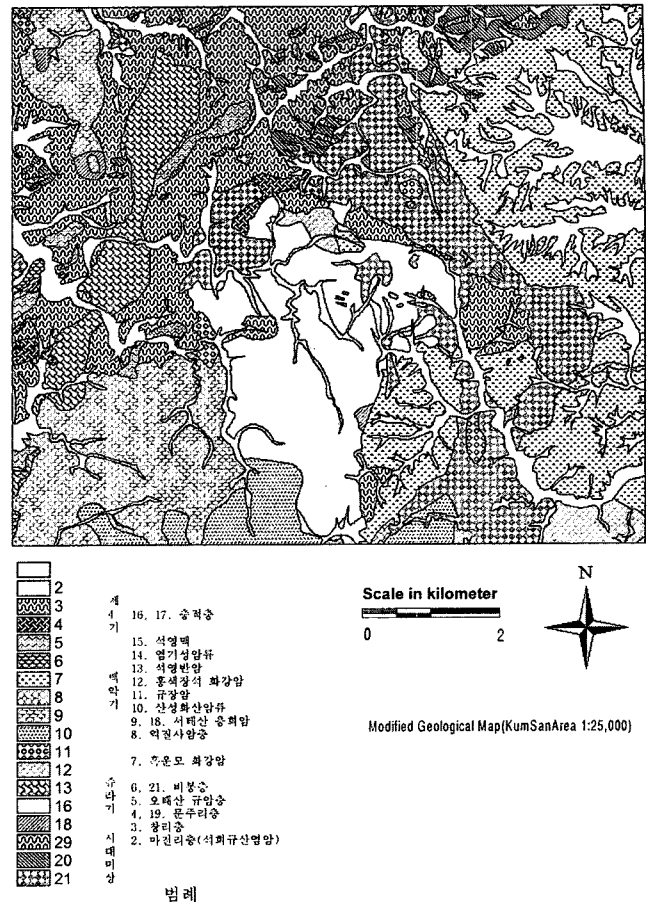


Fig. 6. The digital geological map of the study area.

암층으로 동정 가능성이 충분히 있을 것으로 보인다. 역질 부분을 북서부 일대에 가지고 있어 대항산 규암층의 특징과 매우 닮은 점이 주목된다. 주로 흑운모 편마암으로 되어 있다. 편광현미경의 관찰에 의하면 주구성광물은 석영, 사장석, 미사장석, 흑운모, 불투명광물 등으로 되어 있다.

지질의 대부분인 중생대 화성암체는 흑운모 화강암과 백악기 장석화강암은 금산 남부에서 지형적으로 차이로도 개략적으로 구분된다. 또한 양자는 암상에 있어서 입도와 색깔에 대해서도 차이를 보인다. 흑운모 화강암은 옥천 일대의 유라기로 알려진 화강암의 연장부이다. 장석 화강암은 운장산 화강암을 관입한 화강암체의 연장부이다.¹⁵⁾ 흑운모 화강암의 옥천군 일대에서 금산군 부리면 일대에 이르는 지역에 넓게 분포되는 저반(Batholith)의 일부이다. 진삼면과 남이면 일대에는 옥천층군과 접하는 일대에는 각섬석을 함유한다. 이들은 주로 화강암으로 중립질 입상석리(Granular Texture)를 가지고 있다. 또한 일부에서는 반석석리(Porphyritic Texture)를 이루기도 한다. 유색광물은 소량이고 장석의 색깔의 영향으로 거의 백색을 나타낸다. 주구성광물은 석영, 정장석, 사장석, 흑

운모, 각섬석 등이 주로 분포되어 있다.

응회암류는 주천면 무능리 서쪽에 분포되어 있다. 역질사암 층은 소량의 포획체로 분리되어 있어 다른 암층과 관계를 알기 곤란하다. 지질도의 중남부에 넓게 분포된 응회암층은 서대산 응회암층의 연장부이다. 주구성광물은 석영, 장석, 녹염석, 녹니석, 각섬석 등으로 되어 있다.

결과 및 고찰

구축된 인삼정보시스템은 재배단계를 위한 정보시스템이며 필요한 재배농가에 쉽게 공급될 수 있으며 공급된 데이터에 대한 효율적인 형태로 활용상의 어려움은 없다. 항공사진 위성사진을 이용하여 인삼재배지에 영향을 줄 수 있는 다양한 영향인자를 고려하여 재배적지를 분석 및 선정하였다. 구축된 재배적지의 인삼정보시스템을 활용은 경작지의 부족현상과 앞으로 재배지 선정에 꼭 필요하게 사용할 수 있다. 각종 지형 관련 자료들은 국가차원에서 농업정보화에 필요한 다양한 분야에서 각 주체도별로 활용할 수 있다.

재배기술 정보의 체계적 관리 및 활용을 통하여 각 지역의 토양, 지질, 재배기술에 따른 인삼 성분 및 품질 특성을 효과적으로 분석할 수 있어야 보다 우수한 품질의 기술개발에 크게 기여할 것이다. 재배기술 정보의 데이터 베이스는 공간 정보와 연계하여 지리정보시스템으로 구축함으로써 다양한 분석을 효과적으로 할 수 있는 지원이 가능하다.

인삼정보시스템 구축의 연구방법을 구체적으로 알아보면 다음과 같다.

① 한정된 인삼 재배 및 유통단계의 자료를 효과적으로 이용하기 위한 단기 및 장기적인 안목의 양 측면을 고려한 정보를 수집한다.

② 종합적인 인삼정보관리로서 효율적이고 강력한 정보시스템의 갱신으로 자료의 축적과 유지 및 관리를 함으로써 사용자의 중복된 자료의 입력을 극소화시키고 정보의 자동 출력의 극대화를 도모한다. 이들 사이에 상호 관계가 되도록 설계함으로써 효율적인 정보관리를 가능하게 하는데 있다.

③ 재배 농민들의 편익을 도모하기 위해 모듈을 쉽게 설계한다.

④ 자료의 변환에 따른 신속한 갱신체제를 확립한다.

⑤ 인삼 데이터베이스 내에 축적된 정보들이 여러 모듈에 공통적으로 사용될 수 있게 함으로써 자료의 입력과 정보검색(Information Retrieval)간의 종속성을 없애고 독립성을 유지한다.

⑥ 정보를 세분화하고 여러 사용자들에게 유용한 인삼정보



Fig. 7. The cultivate site of the high quality ginseng are placed in grid format. The magenta cells have a higher product than that the cyan cells.

시스템이 되게 한다.

⑦ 적지 분석결과로 최상의 후보지 선정한다.

⑧ 적지공간은 다음과 같은 요소로 다시 분석 : 지질 및 토성, 경사도, 일복의 방향, 강의 범람지, 산악지 등의 특성 입력한다.

⑨ 최종 재배적지는 Fig. 7과 같이 지형, 토양, 지형경사 방향 그리고 경사 요소만 고려하여 데이터 베이스에서 중첩하여 나타낸 것이다. 결론적으로 금산군 지역에서 붉은색보다는 파란색 계통의 지역에서 인삼 재배적지로 선정하였다.

요 약

인삼 재배적지 선정은 방대한 양의 공간정보는 인삼정보시스템을 통하여 경제적으로 분석되었으며 효과적으로 지형모형을 탐구할 수 있다. 다양한 자연 현상들과 재배기술에 의해 인삼 생산이 복합적으로 작용하여 이루어지기 때문에 정보를 수집, 입력, 분석하는데 많은 어려움이 있으므로 하나의 지리정보시스템에서 자료를 관리, 분석하면 많은 장점이 있다. 각

중 인삼 정보들을 하나의 시스템에 입력하고 이를 토대로 금산지역 인삼의 생육조건을 고려한 지형, 토양 및 지질의 특성만을 고려하여 재배적지로 선정하였다.

이번 연구에서 구축된 시스템에서 생산된 고품질 삼을 생산하기 위해 기초적인 인삼정보시스템을 활용할 수 있다. 구축된 인삼정보시스템은 인삼재배와 관련된 지질분포, 토양의 성질, 기후 변화의 특성, 사면의 경사 및 향분석 등의 현황조사를 근거로 금산군 지역의 다양한 재배 특성을 고려하여 우량삼을 생산할 수 있는 재배적지를 선정하였다.

감사의 말씀

본 연구는 2000년도 고려인삼학회의 연구비 지원인 농협중앙회(인삼사업본부) 출연금과 학술진흥재단의 1999년도 중점연구소 지원사업(99-005-C00008)에 의해 수행되었으며, 이에 두 기관의 지원에 진심으로 감사드립니다.

인용문헌

1. 국토개발연구원 : 국가 GIS 구축 2단계사업 추진을 위한 기본구상, 국토개발연구원출판부, p.236 (1997).
2. 박경윤 : 한국지리정보 1, 2 (1996).
3. 국립지리원 : 수치지도 관리 및 개선을 위한 연구, 국립지리원출판부, p.341 (1997).
4. 유복모 : 지형공간정보론, 동명사, p. 777 (1996).
5. Asrar, G., Eds. : Remote Sensing, John Wiley & Sons, p. 247 (1998).
6. Crackwell, A. P. Eds. : Remote Sensing, John Wiley & Sons, p. 105 (1981).
7. Goldberg, A. M., & W. Stoney : ASPRS, Falls Church, VA, USA, p. 375 (1996).
8. Stan Aronoff : Geographic Information System: A management Perspective, WDL publication, p. 424 (1989).
9. Willam J. Ripple : Fundamental of geographic Information Systems, ASPRS, p. 288 (1989).
10. Y. Leong : Spatial Analysis and Planning under Imprecision, NORTH-HOLLAND, p. 325 (1988).
11. 정문섭 : 한국지리정보, 22, 7 (1998).
12. ESRI : PC Understanding GIS, ESRI, p. 435 (1991).
13. ASPRS : GIS 87-SAN FRANCISCO, ASPRS, p. 223 (1987).
14. 인삼협동조합 : 인삼재배기술교육교재, 인삼협동조합, p. 300 (1996).
15. 한국자원연구소 : 한국지질도(금산도폭), 한국자원지질연구소, p. 29 (1978).
16. 농촌진흥청 농업기술연구소 : 금산지역 정밀토양도(Detailed Soil Map in KumSan Area, 1: 25,000) (1977).
17. 농촌진흥청 농업기술연구소 : 충청북도 개략토양도 (Reconnaissance Soil Map in KumSan Area 1: 50,000) (1971).