

전자기후도를 이용한 고품질 사과생산 후보지역 탐색

권은영¹ · 정재은¹ · 서형호² · 윤진일¹

¹경희대학교 생태시스템공학과

²원예연구소 과수과

(2004년 8월 12일 접수; 2004년 8월 28일 수락)

Using Digital Climate Modeling to Explore Potential Sites for Quality Apple Production

E. Y. Kwon¹, J. E. Jung¹, H. H. Seo² and J. I. Yun¹

¹Department of Ecosystem Engineering, Kyung Hee University

²Fruit Tree Division, National Horticulture Research Institute, RDA

(Received August 12, 2004; Accepted August 28, 2004)

Abstract

This study was carried out to establish a spatial decision support system for evaluating climatic aspects of a given geographic location in complex terrains with respect to the quality apple production. Monthly climate data from 56 synoptic stations across South Korea were collected for 1971-2000. A digital elevation model (DEM) with a 10-m cell spacing was used to spatially interpolate daily maximum and minimum temperatures based on relevant topoclimatological models applied to Jangsoo county in Korea. For daily minimum temperature, a spatial interpolation scheme accommodating the potential influences of cold air accumulation and the temperature inversion was used. For daily maximum temperature estimation, a spatial interpolation model loaded with the overheating index was used. Freezing risk in January was estimated under the recurrence intervals of 30 years. Frost risk at bud-burst and blossom was also estimated. Fruit quality was evaluated for soluble solids, anthocyanin content, Hunter L and A values, and L/D ratio, which were expressed as empirical functions of temperature based on long-term field observations. All themes were prepared as ArcGIS Grids with a 10-m cell spacing. Analysis showed that 11 percent of the whole land area of Jangsoo county might be suitable for quality 'Fuji' apple production. A computer program (MAPLE) was written to help utilize the results in decision-making for site-selection of new orchards in this region.

Key words : Site selection, Orchards, GIS, Microclimate, Apple, Decision support system

I. 서 언

미국, 유럽, 일본에서는 총 과실생산의 80%가 고품질이이지만 한국은 20~40%에 지나지 않는다(Choe, 1996). 과실품질은 품종, 재배기술, 환경이 최적화 되었을 때 가장 좋아지므로 재배환경은 과실품질 결정에 빼놓을 수 없는 요인이다(Shin *et al.*, 1996; Jang *et al.* 2002). 다시 말해 재배환경에 대한 맞춤형 재배기

술이야말로 고품질 과실 생산의 요체이다. 그러나 현실적으로 재배적지 선정과정은 대개 농가의 경험에 의존하며, 시간과 노력을 투입해서 정량적인 실험을 하더라도 매우 제한적인 지역의 정보만 알 수 있을 뿐이다. 환경요인 가운데 기후조건에 대한 고려는 특히 미흡하다. 예를 들어 과수의 생장은 주변 미기후환경에 반응하지만 농가에서 사용하는 기후자료는 표준기상관측소에서 나온 조방적인 것이다. 지형이 복잡해질

수록 기후의 공간변이는 더욱 복잡해지므로 조방적인 기후자료만으로 재배적지를 세밀하게 탐색하는 일은 처음부터 불가능하다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 기존의 기후자료를 활용하되, 재배적지의 정밀탐색이 가능하도록 규모의 조절 (down-scaling)이 필요하다.

최근 지리정보시스템(Geographic Information System)을 이용하여 인근의 표준기상관측자료로부터 지역의 특성을 반영한 정밀 수치기후도를 만드는 기술이 발전하고 있다(Choi et al., 2003; Chung and Yun, 2002; Chung et al., 2003b, Kim et al., 2004a). 또한 수치기후도에 작물모형이나 품질예측경험식을 적용하여 다수확 지역 혹은 고품질 과일 생산지역을 예상하는 기술도 제시되고 있다(Kim et al., 2004b; Seo, 2002). 그러나 수치기후도 제작과 이를 활용한 적지탐색 과정은 숙련된 전문가들만이 할 수 있는 일로써, 농민 혹은 지도기관에서 실용적으로 이용하기에는 아직 미흡하다.

본 연구에서는 종관기상관측자료와 각종 공간자료로부터 정밀기후도를 제작하고, 기후도를 가공하여 품질 관련 주제도로 변환하며, 주제도의 중첩분석에 의해 재배후보지역을 표출할 수 있는 시스템을 개발하였다. 이 시스템을 전북 장수지역에 적용하여 사과 후지 및 쓰가루 품종의 재배적지를 찾아내고, 이를 현지 사과원 실태조사 자료와 비교하였다.

II. 방 법

2.1. 재배적지 판정의 기준 설정

2.1.1. 지형, 토지 및 기상재해

고품질 사과 재배후보지를 찾기 전에 우선 토양, 기상재해 그리고 토지이용 측면에서 그 지역이 개원 가능지인지 판정해야 한다. 토양의 경우 이미 제작된 수치토양도를 이용하여 토성이 사양토, 식양토, 미사질양토, 식토인 지역과 지표피복이 초지, 산림, 농경지인 지역을 추출할 수 있다. 이들 지역 중 기계화영농이 가능한 경사도 15% 이하인 지역은 개원이 가능할 것이다. 하지만 과수는 영년생이기 때문에 10년에 한번이라도 겨울 혹한기에 동해를 입거나 상습적으로 개화에 늦서리의 피해를 입는 지역이라면 제외해야 할 것이다. 사과나무는 -28°C 에서 동해를 입는다고 알려져 있으므로 재현기간에 따라 극최저기온이 -28°C 이하로 내려가는 지역은 재배가능지에서 제외시켜야 한

다. '후지'품종의 경우 만개일보다 종상일이 늦게 나타나 상해가 우려되는 지역도 제외시켜야 한다.

이런 작업을 위해 필요한 토지이용도나 토양도는 이미 제작되었으나, 본 연구에서 추구하는 기후학적 재배적지 판정에 꼭 필요한 적절한 해상도의 수치기후도는 아직 미완성이다. 한 지역의 기온분포를 수치기후도로 나타내는 방법은 소위 기후공간내삽법으로서 일 최고기온 및 최저기온에 대해서는 이미 신뢰도 높은 방법이 널리 쓰이고 있다. 일 최고기온의 공간내삽에는 캐나다 산림청의 BioSIM을 근간으로 경사면 일사수광량 계산모듈을 추가한 방법을 사용하였다(Regnier et al., 1996; Chung et al., 2003a). 일 최저기온의 공간내삽에는 야간 냉기침강 및 온난대효과를 보정하는 Chung et al.(2002; 2003b)의 방법을 이용하였다. 공간내삽에 의해 생성되는 일 최고, 최저기온자료는 모두 ArcGIS(ESRI Inc., USA) Grid 파일로 저장하였다.

우리나라에서 봄철 서리가 마지막으로 관찰되는 달은 대개 4월이다. 표준기상관측소의 1971-2000(30년) 기간 중 종상일 자료와 4월의 최저기온자료 간에 1차 회귀식을 구하였다. 서리가 마지막으로 내린 날과 4월의 최저기온과의 관계를 표현하면

$$D_{frost} = 135 - (6.38 \times T_{min4}) \quad (1)$$

와 같다. 여기서 T_{min4} 는 일 최저기온의 4월 평균값, D_{frost} 의 단위는 Julian day(1월1일 = 1, 12월 31일 = 365)이다.

만약 사과의 만개기 혹은 만개 이후에 서리가 내린다면 피해가 클 것이다. '후지'품종의 만개일은 일 평균기온값을 이용하여 매일의 발육속도를 추정하고, 발육속도를 적산하여 100에 도달하는 날을 만개기로 삼는 방법이 이용되고 있다(농업과학기술원, 1990).

$$DVR = \left\{ \frac{1}{95.6 - 4.5 \times T_{Davg}} \right\} \times 100 \quad (2)$$

여기서 T_{Davg} 는 일 평균기온이다. 상해 위험도는 계산된 종상일이 만개일과 같거나 더 늦을 경우에 존재한다고 판정하였다.

표준기상관측소 56개 지점의 평년 1월 극최저기온과 일 최저기온의 차이를 계산하여 거리역산가중법(IDW: Inverse Distance Weight)으로 내삽하고, 1월

극최저기온의 표준편차를 구하여 빼줌으로써 1월 극최저기온을 계산하였다. 일 최저기온의 1월 표준편차 가운데 0.67, 1.28, 1.65, 및 2.33을 이용하여 재현기간 4년, 10년, 20년, 100년의 극최저기온을 준비하였다. 이 최저기온 확률분포도와 사과와 동해유발온도 -28°C 를 토대로 동해위험 여부를 결정하였다.

2.1.2. 과실품질

‘후지’ 품종의 경우 상품의 기준이 Anthocyanin 함량 $15 \mu\text{g}/\text{cm}^3$ 이상, L/D Ratio는 0.85이상이며(Seo, 2003), Hunter A Value는 25이상이다(Choi, 1998). ‘쓰가루’ 품종은 Soluble Solid가 13°BX 이상(Hydo, 1995), Fresh Firmness는 1.2 이상이면 상품에 속한다(Seo, 2003).

‘후지’의 경우 Anthocyanin 함량, Hunter A value는 10월 평균기온과 부의 상관관계를 보이고, L/D Ratio는 일 최고기온의 4~8월 5개월간 평균값과 관련이 있다. 이를 식으로 표현하면

$$\text{Anthocyanin content} = 28.2 - T_{\text{avg}10} \quad (3)$$

$$\text{Hunter A value} = 49.1 - 1.8 \times T_{\text{avg}10} \quad (4)$$

$$\text{L/D Ratio} = 1.166 - 0.012 \times T_{\text{max}48} \quad (5)$$

이 된다. 여기서 $T_{\text{avg}10}$ 는 10월 평균기온, $T_{\text{max}48}$ 는 4월부터 8월까지의 최고기온이다.

‘쓰가루’에 있어서 Soluble Solid는 8월 평균기온과 정적 상관, Anthocyanin은 부의 상관관계를 보이므로(Seo, 2003), Anthocyanin 적지와 Soluble Solid 적지가 서로 어긋난다. 실제로 국내에서는 착색 전에 대부분 낙과하므로 착색이 되기 전에 ‘아오리’ 상품명으로 출하되고 있다. 따라서 ‘쓰가루’의 경우 Anthocyanin과 Hunter A value를 제외한 Soluble Solid와 Fresh Firmness만으로 재배적지를 탐색해야 하며 해당 식은 다음과 같다.

$$\text{Soluble Solid} = (0.2091 \times T_{\text{avg}8}) + 8.4332 \quad (6)$$

$$\text{Fresh Firmness} = (-0.042 \times T_{\text{avg}48}) + 1.9806 \quad (7)$$

여기서 $T_{\text{avg}8}$ 는 8월의 평균기온이며, $T_{\text{avg}48}$ 은 4월에서 8월의 평균기온이다.

2.1.3. 중첩분석

한 지역의 재배적부를 종합적으로 판정하기 위해서는 이상의 기준을 각각 독립적인 주제도로 만들고 이

들을 중첩시켜 모든 기준을 통과하는 지점만을 최종적으로 선별해야 한다. 우선 대상지역의 지형을 DEM(Digital Elevation Model)으로 표현하고 이로부터 경사도를 구해 기계화영농이 가능한 15% 이하 지역만 선별하여 새로운 주제도로 저장한다. 같은 방법으로 토지이용도와 토양도에서 과수재배 가능지역을 각각 추출하여 저장하고, 100년 재현확률로 구한 동해 안전지대, 늦서리 피해 안전지대를 주제도로 작성한다. 이 네 가지 주제도를 중첩 분석하면 재배가능지역이 추출된다. 여기에 Hunter A value, Anthocyanin, L/D Ratio, Fresh Firmness, Soluble Solid 항목에서 품질 기준 ‘상’인 곳과 다시 중첩하여 최종 재배후보지를 찾아낸다.

2.2. 자동화시스템 개발

ArcGIS(ESRI Inc., USA)에서 제공하는 ArcObject를 이용하여 위 모든 과정을 일괄수행할 수 있는 프로그램을 Visual BASIC(Microsoft Inc., USA) 언어로 작성하였다(Fig. 1).

III. 적용사례

3.1. 대상지역

장수군은 전라북도 동부에 위치하여 남북이 44km, 동서가 20km, 면적은 534km^2 로서 면적의 78% 이상이 산간고지대(해발 400 - 600m)에 속한다. 이곳에서는 기온의 일교차($15-20^{\circ}\text{C}$)가 커서 저장성이 강하고 품질이 좋은 사과가 많이 재배되고 있는데, 1998년~2002년 사이에는 생산량과 재배면적이 모두 2배 가까이 증가하는 등 사과는 장수군의 주요 경제작물로 성장하고 있다. 만약 이 지역에 우리의 연구결과를 적용한다면 새로운 과수원이 들어설 수 있는 입지선택에 직접적인 도움이 될 것이다. 장수군내 기상청 표준기상관측소는 장수읍에 1곳, 자동기상관측소는 5곳이며, 반경 50km 이내에 6개의 표준기상관측소가 있어 공간내삽에 의한 기온추정이 용이하다.

3.2. 공간자료 준비

국토지리정보원의 1 : 25,000 수치지형도에서 주곡선 layer 정보를 이용하여 TIN(Triangulated Irregular Network) 표면을 생성하고, 이것을 수평거리 10m의 DEM으로 변환하였다. 대상지를 포함하는 7개 기상관

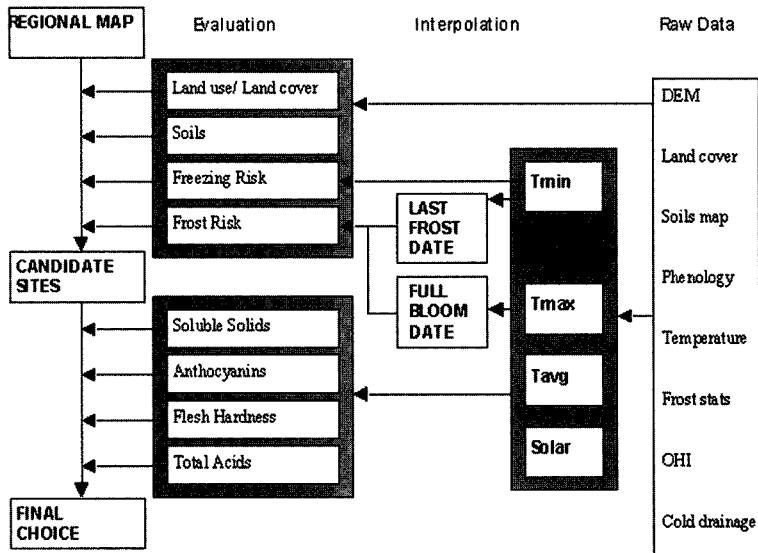


Fig. 1. Flow chart of an ArcObject (ESRI, USA) based program for generation of digital climate maps, processing of spatial data, filtering of unsuitable lands, and selection of candidate sites for quality apple production.

서(장수, 임실, 군산, 전주, 남원, 산청, 고창)에서 1971~2000년 기간의 일 최고, 최저기온 월 평균값을 획득하여, 공간내삽에 이용하였다. 실제 지형과 기상관측지점의 고도차를 구하기 위해서는 '기상지형'이 필요하여, 이 또한 7개 기상관측지점의 표고 값으로부터 내삽, 생성하였다. ArcObject로 자동화한 프로그램을 이용하여 일 최고, 최저 및 평균기온, 만개기, 상해 위험도, 동해 위험도, 재배가능지, 그리고 품질적지를 추출하였다. 재배가능지에서 품질적지와 동상해 위험이 없는 지역을 중첩분석하여 최종 재배적지를 판정할 수 있었다. 이때 서로 다른 주제도의 투영을 중부원점의 Transverse Mercator 투영으로 통일하였는데 이 과정에서 Bessel 타원체에 Tokyo-Korea Datum을 적용하였다.

3.3. 사용자 인터페이스 작성

상기과정은 ArcGIS 환경 내에서만 구동되므로 사용자가 재배적지 정보를 생산에 이용하기 위해서는 고가의 ArcGIS 소프트웨어를 구입해야할 뿐 아니라 쉽지 않은 전문교육을 받아야한다. 이러한 어려운 점을 해결하고 연구결과 실용화를 위한 대안으로 소비자에게 쉽게 연구결과를 보여주는 배포용 프로그램을 MapObject를 이용한 Visual BASIC으로 작성하였다. MapObject는 특정 소프트웨어의 의존하지 않고 사용

가능하며, ArcGIS의 분석부분을 제외한 대부분의 표출기능을 지원한다.

IV. 결과 및 고찰

4.1. 장수지역 사과재배적지 판정시스템

ArcObject 기반의 자동연산프로그램을 이용하여 결과물을 제작한 다음 이들을 MapObject를 이용한 배포용 프로그램(MAPPLE)에 결합시켰다. 배포용 프로그램 MAPPLE ver. 1.1의 메뉴는 File, View, Layer, Geography, Tmax, Tmin, Disaster, Site selection이다(Fig. 2). File메뉴는 Print, Close기능이 있고 View메뉴에는 Zoom In, Zoom Out, Pan, 지도전체가 화면에 들어오도록 하는 Full Extent기능이 있다. Layer메뉴에는 Add Layer, Remove Layer로 구성되어있다. Geography메뉴에서는 대상지역의 지리 지형정보를 보여주는데 세부사항으로는 고도, 경사향, 경사도, 토지이용도와 취락, 하천, 도로, 행정구역, AWS 위치, 과수원 위치를 선택할 수 있다. Tmax와 Tmin메뉴는 월별 최고, 최저기온 수치기후도이다. Disaster메뉴는 상해위험과 동해위험에 관련된 주제도를 보여주며, Site Selection메뉴는 최종 적지선정에 사용되는 모든 요소들을 보여준다. Land, Disaster, Quality, Overall 4가지로 나누어서, Land는 Soil,

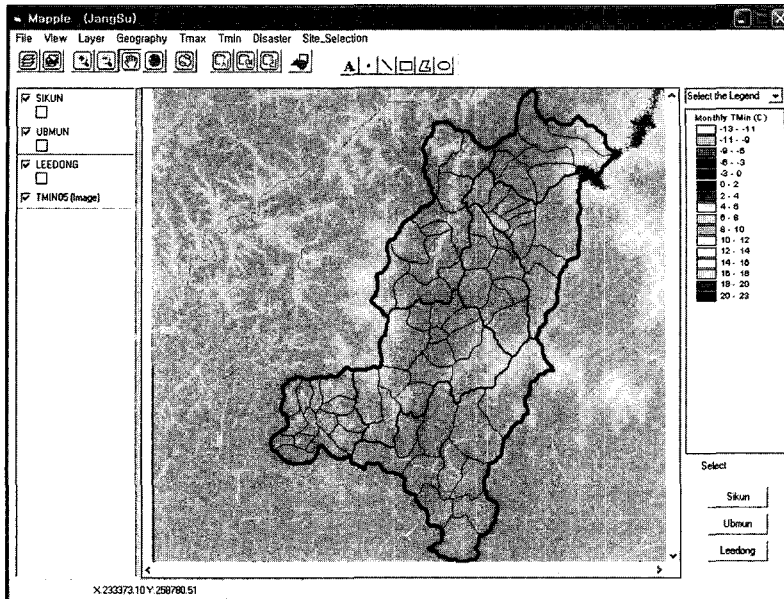


Fig. 2. User interface for exploring candidate sites for quality apple production in Jangsoo area. The program, called MAPPLE ver. 1.1, was written in Visual BASIC with MapObject (ESRI Inc., USA) functionality.

Land Use, Slope를 각각 적지 선정 조건에 따라 Good, Bad 두 가지 범례로 보여준다. Disaster는 동해상해 위험지역을 각각 Safe, Danger 지역을 보여주고, Quality도 후지는 Anthocyanin 함량, Hunter A Value, L/D ratio, 쓰가루는 Slouble Solid, Fresh Firmness를 각각의 조건에 따라 Good, Bad 두 가지 범례로 보여준다. Overall에서는 모든 조건에서 Good, Safe 지역을 중첩하여 나온 최종적지를 후지, 쓰가루 각각 보여준다. 아이콘은 메뉴 안에 있는 함수들 중 자주 쓰는 기능을 가지고 있으며, 시군구, 읍면, 리동 레이블을 필요에 따라 볼 수 있는 버튼과 지도위에 Text, 점, 선, 면을 그릴수 있는 그래픽툴을 지원하였다. Fig. 2의 가장 오른쪽에는 범례이미지를 보여주며, 오른쪽 아래는 행정구역 명으로 '찾기'를 할 수 있는 버튼이다. 누르면 대화상자가 뜨고 원하는 지역을 넣어주면 그 지역이 선택되며 자동으로 Zoom In 된다.

개발에 사용된 소프트웨어는 ArcObject 8.2, MapObject 2.0이며 이용조건은 Window NT 이상 CPU 650MHz, Memory 256MB, Disk Space 700Mb 이상이다. 연산결과를 ArcGIS Grid로 저장할 Disk Space는 10m 해상도의 경우 20Gb이다. ArcObject 8.2를 구동하기 위해 ArcGIS 8.2가 필요하다.

4.2. 장수지역 고품질 사과재배후보지

MAPPLE을 적용하여 얻은 결과를 보면, 토성과 경사도, 토지이용도 측면에서 위에서 언급한 각각의 조건을 만족하는 면적은 전체의 34%이다(Fig. 3). 동해 위험도는 재현기간 4년, 10년, 20년, 100년의 극 최저기온분포를 작성한 다음, -28°C 이하인 지역을 선발하였다. 이들 가운데 재현기간 4년, 10년, 20년은 모두 안전한 지역이었으므로 재현기간 100년의 동해위험 지역만 중첩분석 과정에서 제거하였다. 한번 동해가 나타날 수 있는 지역을 각각 구하였다니 4년, 10년, 20년은 모두 100% 안전한 지역이었다. 후지품종의 개화는 계산에 의하면 장수군 남부 지역에서 4월 26일 처음 시작되어 평야지대에서는 5월 10일경이면 만개한다. 봄철 마지막 서리는 평야지의 경우 4월말 경에 끝나므로 후지 만개시기보다 빨라 거의 전 지역에서 서리피해는 없는 것으로 판단된다. 후지는 Antocyanin 함량 $15\text{mg}/\text{cm}$ 이 전체의 89%에 해당되었고 Hunter A value 25 이상인 지역이 33%, L/D Ratio 0.85이상인 전체의 16%지역에 해당하였다. 위의 조건을 모두 만족하는 지역을 선발한 결과 장수군 전역의 11%가 후지품종 재배적지로 추정된다.

쓰가루의 경우 Soluble Solid가 13°BX 이상인 지역이 전체의 90%에 해당하며, Fresh Firmness는

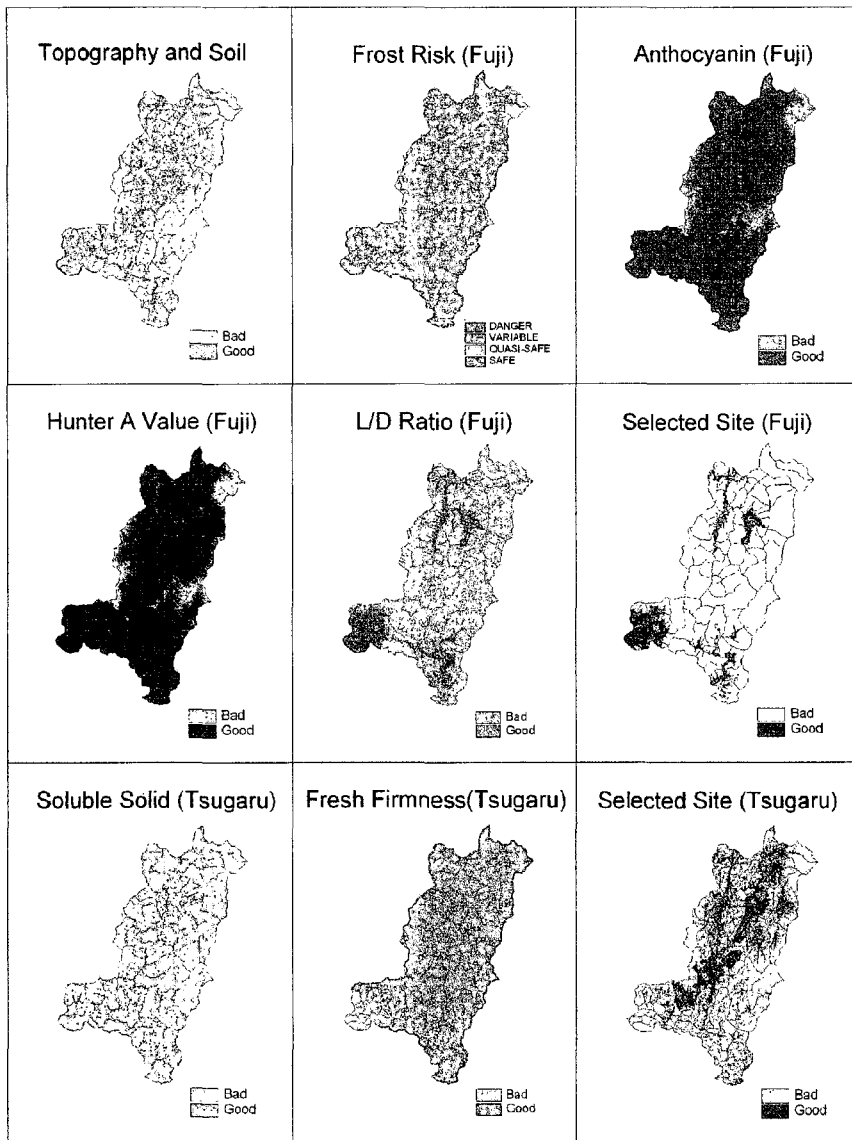


Fig. 3. Some thematic maps derived from MAPPLE applied to Jangsoo area.

80%에 해당한다. 위의 조건을 만족하는 지역을 선별한 결과 장수군 전역의 20%가 쓰가루 품종의 재배지로 추정된다. 고품질 사과가 재배되는 과수원 4곳의 좌표를 확인한 결과 모두 적지 안에 포함되는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 3).

V. 적 요

정밀 수치기후도를 기반으로 고품질 사과생산에 적합한 지역을 정밀하게 탐색할 수 있는 시스템을 개발

하였다. 이 시스템을 전북 장수군에 적용하여 후지 및 쓰가루 품종의 재배지지를 도출하였다. 수치기후도는 장수군 주변 7개 기상청 표준관측소로부터 얻은 1971 - 2000년 기간 일 최고 및 최저기온의 월별 평균값을 토대로 지형기후모형에 의해 사방 10m 격자점의 기온자료를 공간내삽하여 얻었다. 기온자료로부터 사과의 만개기를, 4월 최저기온으로부터 종상일을 추정하여 상해위험도를 산정하였고, 재현기간 100년의 1월 극 최저기온으로부터 동해위험도를 산정하였다. 토지의 경사, 토성 및 토지이용도를 고려한 재배가능지

역에서 기상재해 위험지역을 제외시키고, 남은 지역에 대해 품질기준을 적용하여 최종적인 재배후보지를 도출하였다. 품질기준인 Anthocyanin 함량, Hunter A value, L/D Ratio, Fresh Firmness, Soluble Solid에 미치는 기후의 영향을 경험식에 의해 표현하고 이것을 수치기후도에 적용하여 각 품질기준별 적합지역을 탐색하였다. 최종적으로 얻은 결과에 따르면, 쓰가루의 경우 전체 면적의 20%, 후지는 11%가 재배적지로 나타났다. 수치기후도 제작으로부터 중첩분석에 의한 재배적지 판정에 이르는 전체과정을 ArcObject를 이용한 Visual BASIC 프로그램으로 작성하여 자동화하였고, MapObject를 이용하여 사용자가 ArcGIS 소프트웨어 없이도 구축된 수치기후도 등 공간정보를 직접 보면서 재배적지를 탐색할 수 있는 배포용 프로그램을 제작하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 대형공동연구사업 (과제명: 사과 저수고 밀식재배과원 종합관리기술 개발) 지원으로 수행되었다.

인용문헌

- 농업과학기술원, 1990: 주요과수재배지역의 기후특성. 농촌진흥청. 205p.
- Choe, U., 1996: *The Tendency of Apple Cultivation for Main Competition Countries: The Tendency of American Apple Industry and the Corresponding Vision of Kyoungbuk Apple Industry*. Taegu Apple Research Institute, RDA. 82p.
- Choi, S. T., 1998: Improvement of packing and marketing in horticultural product : Establishment of the quality grades in fruits. *Annual Research Report*, National Horticulture Research Institute, RDA. p86-92.
- Chung, U., and J. I. Yun, 2002: Spatial interpolation of hourly air temperature over sloping surfaces based on a solar irradiance correction. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 4(2), 95-102 (In Korean with English Abstract).
- Chung, U., H. H. Seo, K. H. Hwang, B. S. Hwang, and J. I. Yun, 2002: Minimum temperature mapping in complex terrain considering cold air drainage. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 4(3), 133-140 (In Korean with English Abstract).
- Chung, U., B. S. Hwang, H. H. Seo, and J. I. Yun, 2003a : Relationship between Exposure Index and Overheating Index in complex terrain. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 5(3), 200-207 (In Korean with English Abstract).
- Chung, U., H. C. Seo, J. I. Yun, and K. H. Lee, 2003b : An optimum scale for topoclimatic interpolation of daily minimum temperature in complex terrain. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 5(4), 261-265 (In Korean with English Abstract).
- Kim, S. K., J. S. Park, E. S. Lee, J. H. Jang, U. Chung, and J. I. Yun, 2004a: Development and use of digital climate models in northern Gyounggi Province - I. Derivation of DCMs from historical climate data and local land surface features. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 6(1), 49-60 (In Korean with English Abstract).
- Kim, S. K., J. S. Park, Y. S. Lee, H. C. Seo, K. S. Kim, and J. I. Yun, 2004b: Development and use of digital climate models in northern Gyounggi Province - II. Site-specific performance evaluation of soybean cultivars by DCM-based growth simulation. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 6(1), 61-69 (In Korean with English Abstract).
- Hydo, M., 1995: *High Quality Handbook for Vegetable, Fruit, and Flower: Japanese Protected Horticulture Crop*. Yokendo Ltd., Totyo, Japan. p101-107.
- Jang, H. I., S. J. Park, H. H. Seo, J. W. Han, and M. D. Cho, 2001 : Some characteristic phenomena of cold injury in peach (*Prunus persica* L. Barsch). *Proceedings of 3rd Conference on Agricultural and Forest Meteorology*, Korean Society of Agricultural and Forest Meteorology (Suanbo, 15-16 June 2001), 157-158.
- Regniere, J., B. Cooke, and V. Bergeron, 1996: *BioSIM: A Computer-Based Decision Support Tool for Seasonal Planning of Pest Management Activities. User's Manual*. Canadian Forest Service Info. Rep. LAU-X-116. 50p.
- Seo, H. H., 2003 : Site selection criteria for the production of high quality apples based on agroclimatology in Korea, Ph. D. Dissertation. Kyung Hee University.
- Shin, B. W., C. H. Yoo, G. H. Cho, J. H. Jeong, S. J. Yu, and G. S. Rhee, 1996: Establishment of land suitability classification for lycium chinese cultivation. *RDA Journal of Agricultural Sciences* 38(1), 379-383.