

공간정보의 농공학에의 활용과 전망

최진용·장민원

서울대학교 조경지역시스템공학, 서울대학교 농업생명과학연구원



1. 들어가며

2006년 8월 28일 소련 기지에서 우리나라의 두 번째 다목적 실용위성인 아리랑2호(Kompsat-II)가 발사되었다. 1999년 아리랑1호(Kompsat-I)에 이어 어언 6년의 시간을 기다려 이제 독자적인 지구관측위성을 보유하게 되는 순간이었다. 그 동안 1 m급 고해상도 위성영상은 미국, 일

본, 프랑스, 러시아, 이스라엘 등에 의존할 수밖에 없었다. 하지만 이제 아리랑2호를 통해서 우리는 1 m급 흑백영상과 4 m급 고해상도 칼라영상을 독자적으로 확보하게 된 것이다. 앞으로도 우리 정부는 그림 1에서 보듯 2015년까지 총 6기의 다목적 실용위성 발사 계획을 가지고 있다. 그만큼 우리가 활용할 수 있는 공간정보의 폭도 더 넓어질 것으로 기대된다.

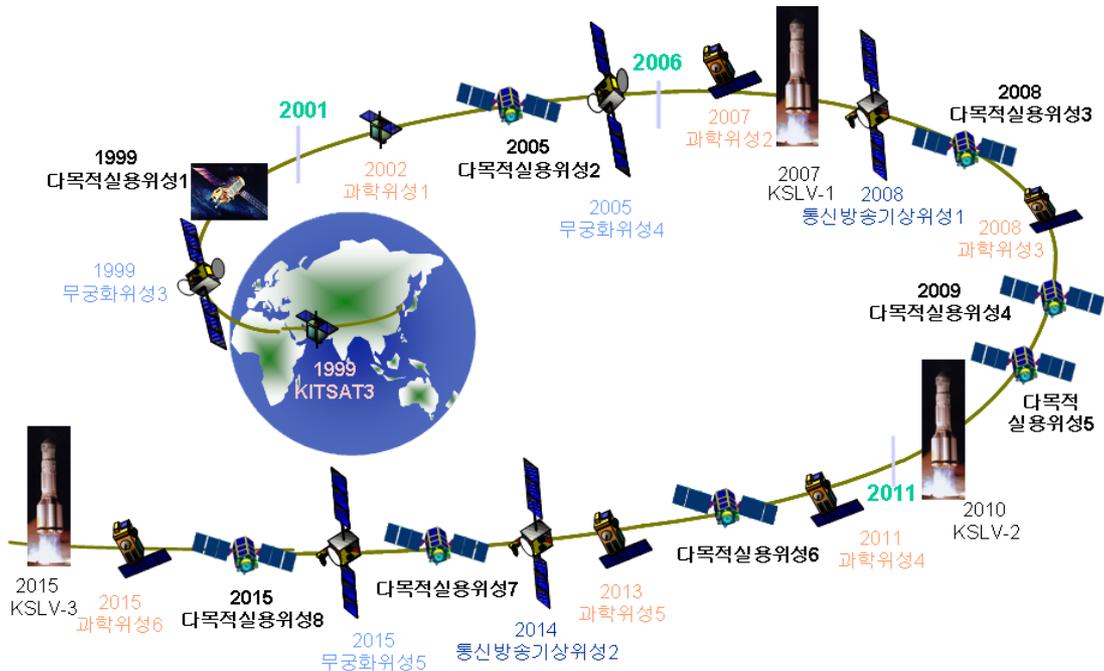


그림 1 우주개발 중장기 계획(항공우주연구원 <http://www.kari.re.kr>)

그간 우리는 농업생산기반사업의 효율적인 추진을 위하여 공간정보의 축적과 활용에 상당한 노력을 기울여왔다. 또한 변화하는 사회적 요구에 맞추어 주변 자연환경과 농촌사회와의 조화로운 발전을 도모하고자 하였다. 특히 농업, 농촌과 관련하여 농공학적 의사결정의 문제는 곧바로 농가와 지역의 수익과 생활에 영향을 미칠 뿐 아니라 사용할 수 있는 자원과 시간, 비용이 한정되어 있기 때문에 매우 민감한 사항이다. 농업·농촌자원은 물, 토지 등의 자연 자원에서부터 수리시설, 도로, 주택 등의 시설자원과 인적 자원도 포함하는 포괄적 개념으로서 효율적인 자원의 개발과 관리를 위해서는 지리정보시스템의 도입이 절대적이다. 그러나 나날이 발전하는 공간정보기술에 비하여 우리 분야의 활용 속도는 여전히 더디다. 아직도 농촌과 농업을 아우

르는 공간정보의 활용 방안에 대한 포괄적인 비전이 준비되지 않은 반면 해외에서는 일차감치 농촌사회에 대한 비전을 가지고 농업, 농촌문제에 대한 마스터플랜을 마련하여 다양한 공간정보 서비스를 시행하고 있다.

여기서는 미국의 RGIS(Rural Geospatial InnovationS) 프로젝트를 예를 들어 농촌지역에의 공간정보 활용 사례를 몇 가지 소개하고자 한다.

2. 사례조사

미국의 RGIS 프로젝트는 국가컨소시엄(National Consortium for Rural Geospatial Innovations in America)이 구성되어서 주재하는 프로그램으로 농촌사회의 삶의 질을 높이고 경제적 자립도를 높이기 위하여 지리

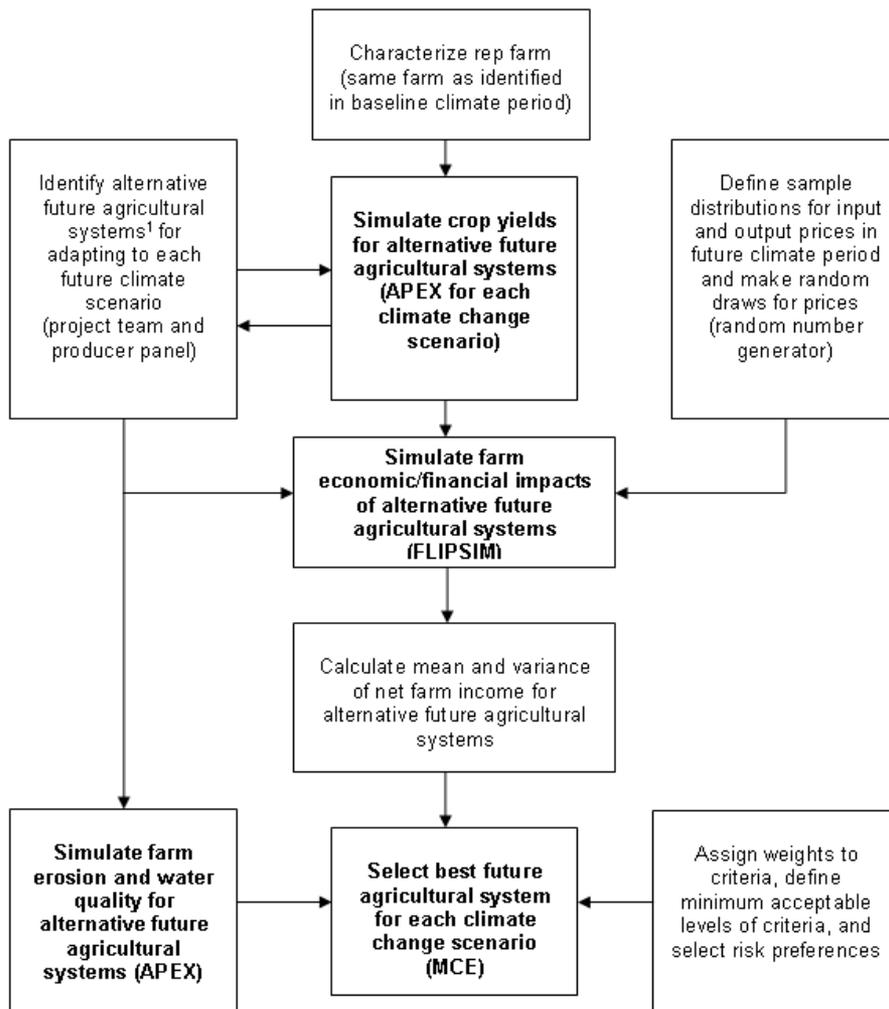


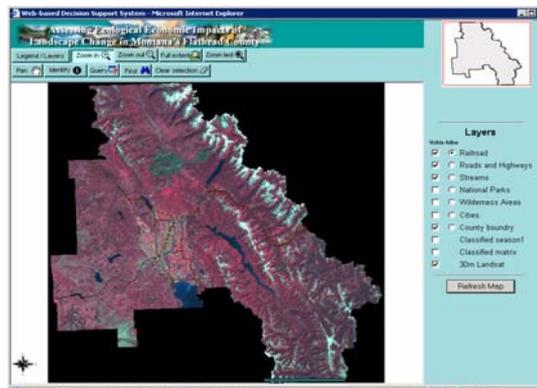
그림 2 AG-GEM 개념도(<http://cares.missouri.edu/montana>)

공간정보를 활용 기법을 개발, 보급하는 것을 목적으로 한다. 이 사업은 GIS 기술과 분석도구를 지자체와 시민들에게 제공하여 농촌 커뮤니티의 지속가능한 개발을 돕고, 의사결정 문제에 지리정보를 활용할 수 있도록 커뮤니티 구성원들에게 교육을 시키고, 카운티(county)에서부터 국가 차원에까지 각각에 필요한 토지정보시스템을 개발할 수 있도록 지원하는데 목표를 두고 있다.

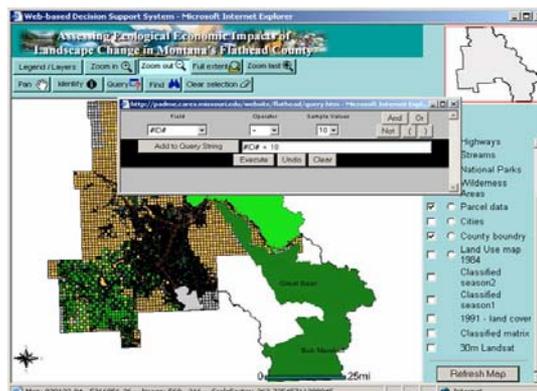
가. 웹GIS기반 영농지원시스템 AG-GEM

미국 Montana주는 Flathead 유역에 대하여 장래의 기상과 토지이용의 변화 시나리오를 바탕으로 최적의 영농방식을 결정할 수 있는 AG-GEM(Adaptive Agricultural Management Model)과 지리정보를 작성과 편집, 저장을 위한 웹기반의 쌍방향 공간의사지원시스템 ISDSS(Interactive Spatial Decision Support System)의 개발을 진행하고 있다(<http://cares.missouri.edu/montana>). 이 프로젝트는 장래 기상과 토지이용의 변화를 시뮬레이션하고 그에 따라 농가의 재정 상태를 평가하여 적절한 영농방식을 결정할 수 있도록 하는데 목표를 두고 있다. AG-GEM은 농장별 수확량, 토양유실, 수질 등의 생물물리학적 영향을 평가하는 APEX(Agricultural Policy-Environmental Extender) 모델과 영농방식에 따라 농가의 재정을 평가하는 FLIPSIM(FarmLevel Income Policy Simulation Model), 그리고 경제성장애 따른 토지이용변화를 예측하는 LCS(Land Change Study)모델과 가장 적절한 영농방법을 결정하기 위한 MCE(Multiple Criteria Evaluation) 모델로 구성되어 있다(그림 2). 토지이용변화는 10년 간격으로 시뮬레이션 하고, 토지이용변화에 따른 영향은 농가수익이나 작물 수확량이 아닌 축소된 농지면적으로만 평가한다. 그리고 영농방식은 연평균 농가순수익, 연평균 농가순수익의 편이, 토양유실율, 그리고 수질향목들에 가중치를 부여하여 결정하도록 되어 있다.

그림 3은 유사한 선행연구로서 지역의 성장과 개발에 따른 생태와 조경의 변화를 모의할 수 있는 생태조경모의시스템 ELMS(Ecosystem Landscape Modeling System)의 작업 화면들이다. AG-GEM은 ELMS의 자료관리 체계를 그대로 채용하고 기상시뮬레이션 모델과 영농방식 평가를 위한 APEX와 MCE모델이 추가된 것이다.



(a) ELMS 초기화면



(b) ELMS 구획검색 화면

그림 3 웹기반 생태조경모의시스템 ELMS (<http://padme.cares.missouri.edu>)

나. Community Viz

Community Viz는 주택, 건설, 경관, 환경, 자원 등의 지역계획에 필요한 의사결정을 지원하기 위하여 개발된 시스템이다. 이 시스템은 경관시뮬레이션을 위해서 3D 비주얼을 지원하도록 되어 있고, 평가 결과는 실시간으로 해당 커뮤니티 구성원들이 열람할 수 있어 특정 토지개발에 의한 경관, 경제, 환경의 변화를 가늠할 수 있도록 하였다. Community Viz는 ESRI ArcMap 9.0 이상에서 사용할 수 있는 익스텐션(extension)으로 SiteBuilder3D와 Scenario 360의 두 개 모듈을 가지며, 항공사진, 건물사진, 토지개발계획, 도시개발정책 등을 입력 자료로 사용한다. 2D의 토지이용계획 시나리오로부터 3D 경관을 구현할 수 있어 커뮤니티 구성원들이 실시간으로 지역개발계획에 자신의 의사를 반영하고 그 결과를 시뮬레이션 할 수 있



(a) 시나리오 개발과 적용



(b) 3D 마을 경관 모의



(c) 3D 공원 경관 모의(개발 전)



(d) 3D 공원 경관 모의(개발 후)

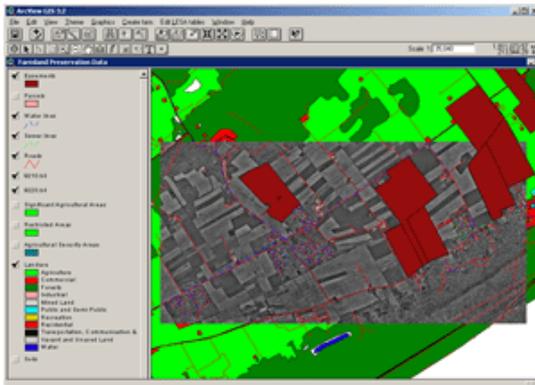
그림 4 Community Viz 지역계획지원시스템(<http://www.communityviz.com>)

도록 지원한다. 이러한 서비스를 통하여 시민들은 자연스럽게 시정에 참여하게 된다.

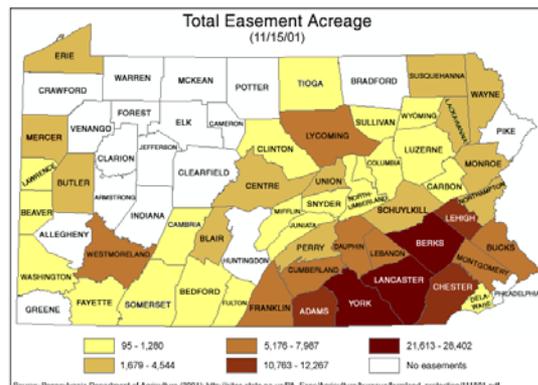
다. LESA

미국 펜실베이니아(Pennsylvania)는 농지의 개발압력

에 맞서 우수한 농지를 보호하기 위하여 농지가치와 입지 조건을 평가하는 LESA(Land Evaluation and Site Assessment) 농지보호 우선순위 평가 시스템을 운영하고 있다(그림 5). 농지가치는 토양의 생산성에 따라 평가하고, 입지조건에는 개발 잠재력, 농지 잠재력, 그리고 클러



(a) LESA 시스템 화면



(b) LESA 평가 결과(Pennsylvania주)

그림 5 LESA 농지보호 우선순위 평가 시스템(<http://lal.cas.psu.edu>)

스터링 잠재력이 고려되었다. 세부적으로는 개발 잠재력엔 도로접근성, 주변지역의 농업과 토지이용, 가용용수량 등이, 농지 잠재력은 농지가 차지하는 비율, 농장크기, 농지 관리수준, 역사/경관/환경가치 등이, 그리고 클러스터링 잠재력에는 토지이용계획과의 일치성, 제한구역과의 근접성, 농지보호구역에 인접한 농지의 비율 등이 반영되었다. 농지 주인은 무료로 배포되는 이 시스템을 활용하여 자신과 주변의 농지 가치를 평가할 수 있으며, 자신의 농지의 우선순위를 높이고자 한다면 농지의 생산성을 향상시키거나 더 넓은 농지를 확보하거나 혹은 비농업용 토지를 줄이는 등의 노력을 기하도록 유도하고 있다.

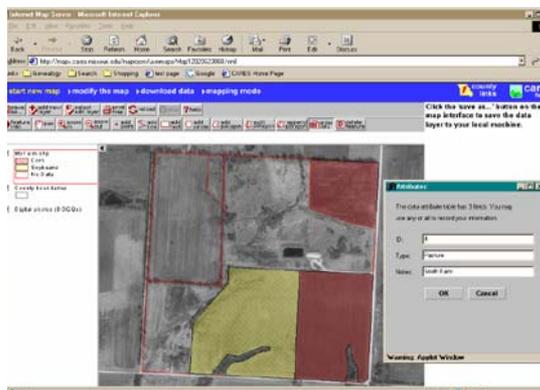
라. CIRC Interactive Mapping 서비스

미국 RUPRI(RUral Policy Research Institute) 산하 CIRC(Community Information Resource Cen-

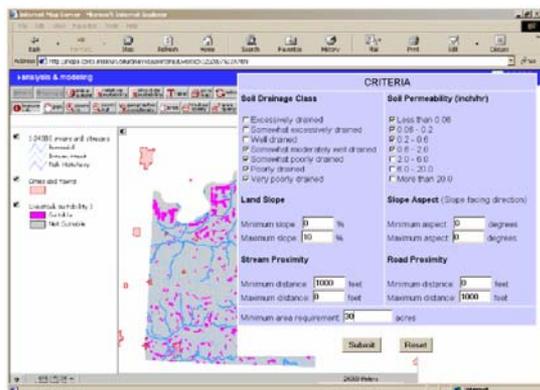
ter)는 도시와 농촌간 정보격차를 줄이고 농촌마을 단위의 소규모 지역에서 발생하는 의사결정 문제를 지원하기 위해 웹기반 GIS 시스템을 개발하였다. 연방정부나 주정부와 달리 카운티 레벨의 의사결정에 필요한 정보기술 환경이 낙후되어 있어 이를 극복하기 위한 노력을 진행 중이다. CIRC는 미국 전역을 대상으로 가용한 통계와 맵 자료를 구축하고 사용자가 웹상에서 자료를 열람하고 분석할 수 있도록 지원하고 있으며 그 결과를 다운받거나 보고서를 출력할 수 있도록 지원하고 있다. 특히 사용자가 웹상에서 필요한 임의의 지도를 작성하고 속성을 관리할 수 있으며 기본적인 제한 요건을 결정함으로써 자신이 찾는 목적에 따른 토지의 적지분석을 수행할 수 있는 기능을 제공한다.

마. EQIP (Environmental Quality Incentives Program)

이 프로그램은 미국의 NRCS(Natural Resources Conservation Service)에서 실시하고 있는 일종의 환경 직불제이다. 이 제도는 Farm Bill 이라고 불리는 Farm Security and Rural Investment Act (200) 에 의해 실시되고 있는 것으로 자발적 참여형 농촌환경보전 정책의 일환으로 추진되고 있다. 이 정책은 농민이 Extension Office (한국의 농업기술센터 같은 곳) 에서 자신의 농지와 관련있는 여러 가지 환경관련 문제를 확인하고 이 중에서 농민이 실천할 수 있는 방법을 선택하면 이에 따라 점수화하고 점수에 따라 미 농무성에서 환경보전에 따른 비용을 직불제로 지원해주는 것이다. 이에 미국 인디애나 주의 NRCS 사무소에서는 보다 객관적이고 투명한 직불제 운영을 위하여 각 농민의 소유의 농지와 환경관련 인자를 웹 지리정보시스템을 이용하여 공간 중첩 분석한 후에, 농지와 직접 관련된 인자를 농민에게 보여 주고 농민이 인터넷에서 직접 관련된 환경보전방법을 실천할 것인지를 선택하면 점수화하여 보여 준 후, 총점을 계산할 수 있도록 되어 있다. 그림 7(a)는 농민이 직접 웹지리정보시스템을 이용하여 자신을 농지를 선택한 것이다. 필지가 분할되어 있으면 직접 디지털이징도 할 수 있도록 되어 있다. 필지선택이 끝나면 오른 편에 있는 "Evaluate EQIP Score" 버튼을 눌러서 공간중첩분석으로 선택된 농지와 관련있는 환경관련 인자를 추출하게 되고, 그림 7(b)와 같은 점수화 표로 이동하게 된다. 이 때 이미 선택된 농지와 관련있는 환경인자를



(a) 농지구획 편집과 속성 입력

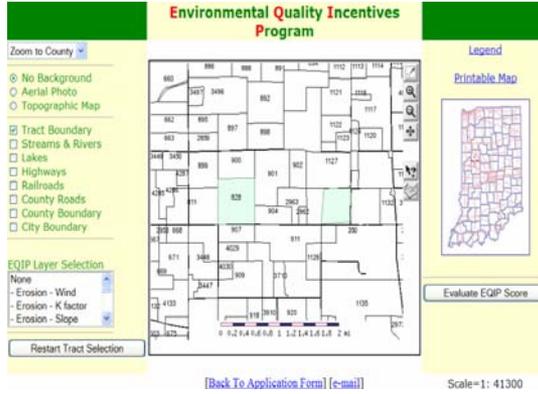


(b) 적지분석

그림 6 CIRC의 interactive mapping 서비스(<http://circ.rupri.org>)

3. 맺으며

농업·농촌의 안정적인 개발을 유도하고 효율적인 계획이 진행되도록 돕기 위해서는 농업활동과 농촌생활에 있어서 당면하는 여러 가지 의사결정 문제들에 대한 복수의 대안을 개발하고 비교 평가하여 최적안을 선택할 수 있는 정보기술이 뒷받침되어야 한다. 지리정보시스템은 의사결정 시스템에서 갖추어야 할 중요한 요건들, 즉 접근성, 유연성, 편의성, 상호작용성 및 사용성을 구현할 수 있는 시스템으로서, 문자뿐만 아니라 지도와 같은 공간그래픽자료, 인공위성 영상, 각종 사진 등의 멀티미디어 자료를 저장하고 관리할 수 있을 뿐만 아니라 DBMS와 연동하여 자료의 갱신, 추가, 삭제, 질의를 비롯해 다양한 공간분석기법의 적용이 가능하고 속성자료와 공간자료를 통합한 보고서의 작성도 지원한다. 하지만 공간정보처리기술의 발전에도 불구하고 여전히 농업·농촌의 의사결정 문제에 있어서 그 활용도는 매우 낮은 편이다. 공간정보 이용의 활성화에 가장 큰 걸림돌은 첫째 마을 혹은 농장단위에서도 가용한 공간자료가 부족하고, 둘째 자료(도형+속성), 하드웨어, 소프트웨어 등 공간정보를 관리하는데 필요한 고가의 인프라를 유지할 수 없고, 셋째 공간자료의 관리와 처리에 필요한 소프트웨어의 조작과 분석 결과의 해석이 가능한 전문 인력이 부족한 것이다. 그러나 앞서의 사례들에서처럼 최근에 웹GIS 기술이 발전됨에 따라 공간정보를 보다 적은 비용으로 수요자에게 제공할 수 있고, 고가의 GIS 소프트웨어를 구입할 필요가 없으며, 중앙서버나 클러스터링 네트워크를 통하여 대용량의 자료관리와 배포도 용이하고, 관련 사용자 간에 효과적인 커뮤니케이션을 지원할 수 있기 되었다. 그러므로 이제 필요한 것은 유용한 공간정보 콘텐츠를 개발하고 보급하는 것이고 이는 농업·농촌에 대한 장기적인 비전과 함께 추진되어야 할 것이다.



(a) 필지 선택 화면

Resource concerns that your tract intersected (Click the name for additional information)	Base score (0= no hit)	Will you treat resource concerns?		Score for treatment	Base score + Score treatment
		Yes	No		
Erosion - Wind	0			0	0
Erosion - K Factor	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	44	59
Erosion - Slope	0			0	0
Leaching Potential	0			0	0
Agentic Habitat	0			0	0
Kaol	0			0	0
Stream Protection - Stream intersects tract <input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	75	75
Lakes and Reservoirs	0			0	0
Excess Nutrients	0			0	0
Drinking Water	0			0	0
Air Quality	0			0	0
National Forest	0			0	0
Forest Legacy Areas	0			0	0
Public Lands	0			0	0
Wetland Protection	0			0	0
Agentic Species	0			0	0
Woodland Species	0			0	0
Wetland Species	0			0	0
Grassland Species	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31	46
Total	30			150	180
Sum of Base Score + Score from Treatment					180
Raw Local Score					0
Grand Total					180

(b) 선택 필지에 대한 점수화 화면

그림 7 EQIP 사용자 화면

공간분석으로 중첩분석하여 보여 주게 된다. 농민은 점수표에서 환경보전 실천의사를 밝히면 총점에 반영하여 지원을 더 많이 받도록 되어 있다. 즉 수작업과 서류에 의존하던 직불제 사업을 웹지리정보시스템을 이용하여 보다 객관적이고 투명하게 할 수 있게 된 것이다.