



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0115913
(43) 공개일자 2010년10월29일

(51) Int. Cl.

G01W 1/02 (2006.01) G01W 1/12 (2006.01)

G01J 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0034560

(22) 출원일자 2009년04월21일

심사청구일자 2009년04월21일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

윤진일

경기도 성남시 분당구 이매동 이매촌아파트 303-402

(74) 대리인

특허법인다울

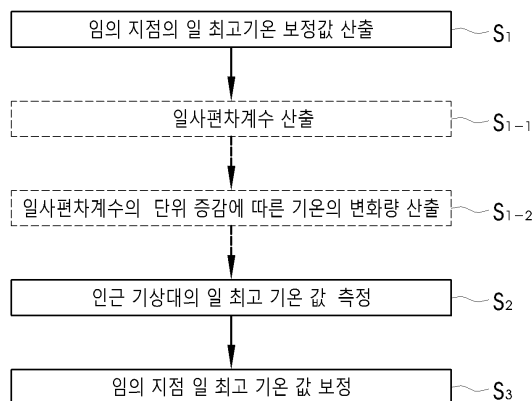
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법

(57) 요약

본 발명은 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법에 대한 것으로서, 특히 사면 일사수광량의 영향을 정량화하고 이를 이용하여 일 최고기온을 보정하여 임의지점의 일 최고기온을 추정하는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 인근 기상대자료로부터 일 최고기온을 취득하고 이를 경사도와 경사향에 따른 임의 지점의 일 최고기온 보정값으로 보정하여 보다 정확한 일 최고기온을 추정할 수 있는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 306003-04

부처명 농림수산식품부

연구관리전문기관

연구사업명 농림기술개발사업

연구과제명 전자기후도 기반 유역단위 농업기상예보시스템

기여율

주관기관 경희대학교

연구기간 2006년 4월 25일 ~ 2010년 4월 24일

특허청구의 범위

청구항 1

수평면 일사수광량과 경사면 일사수광량 및 청천일사량으로 나타낸 일사편차계수와, 관측된 일 최고기온 편차간 관계로 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계와,

상기 임의 지점의 인근 기상대에서 일 최고기온값을 측정하는 단계, 및

상기 임의 지점의 인근 기상대에서 측정된 일 최고기온값에 상기 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 더하여 임의 지역의 일 최고기온값을 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

수평면 일사수광량과 경사면 일사수광량 및 청천일사량으로 나타낸 일사편차계수와, 관측된 일 최고기온 편차간 관계로 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계는,

일사편차계수를 구하는 단계와,

상기 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량을 구하는 단계, 및

상기 일사편차계수와 상기 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량으로 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 일사편차 계수를 구하는 단계는,

수평면 일사수광량과 경사면 일사수광량을 측정하는 단계와,

상기 수평면 일사수광량과 상기 경사면 일사수광량의 편차를 청천일사량으로 나누는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 일사편차 계수(v)는
$$v = \frac{\Phi_T - \Phi_0}{S_0}$$
이며,

상기 Φ_1 는 오전 11시부터 오후 3시까지 4시간 동안 경사면 일사수광량이고,

상기 Φ_0 는 오전 11시부터 오후 3시까지 4시간 동안 수평면 일사수광량이며,

상기 S_0 는 일출부터 일몰까지의 청천일사량인 것을 특징으로 하는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량을 구하는 단계는,

상기 일사편차계수와, 관측된 일 최고기온간 편차의 증감에 따른 변화량을 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 일차편차계수와 상기 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량으로 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계는,

상기 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량으로 상기 일차편차계수를 보정하여 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법에 대한 것으로서, 특히 사면 일사수광량의 영향을 정량화하고 이를 이용하여 일 최고기온을 보정하여 임의지점의 일 최고기온을 추정하는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 공식적인 일 최고기온은 국토의 여러 지점에 산재한 기상대 관측노장 지상 1.5m에서 측정된다. 편의상 기상대 사이사이의 더욱 넓은 국토면적에 대해서는 인근 기상대의 일 최고기온값을 고도차에 따라 기온감율을 적용하여 수정된 값을 사용하는 경우가 보통이다. 하지만 고도가 같을지라도 경사도와 경사방향 등 지형이 다른 곳은 기상대 기온값과 크게 다를 수 있지만 적당한 보정방법이 개발되지 못했다.

[0003] 측정된 일 최고기온은 낮시간 동안 노장표면에 입사 및 반사하는 일사에너지, 장파복사교환, 바람에 의한 현열이류, 토양특성에 따른 지중열류와 증발산잠열 등으로 구성된 에너지평형의 결과이다. 낮시간 동안의 에너지평형에서 가장 중요한 결정인자는 일사에너지이므로, 일사에너지의 흡수와 관련이 깊은 지형변수(경사도, 경사방향)가 기상대 관측노장과 다를 경우 당연히 일 최고기온은 차이가 나게 마련이다. 우리나라 국토의 대부분은 어느 정도 경사를 갖는 복잡지형에 속하므로, 고도조건이 기상대와 같은 지역일지라도 수평면에 대한 경사면의 일사 수광량 차이(엄밀하게는 현열 과부족)를 고려한 일 최고기온 추정방법의 개발이 필요하다

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 임의지점의 일 최고기온을 정확하게 추정할 수 있는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법을 제공하는 것이다.

[0005] 또한, 본 발명의 다른 목적은 임의지점의 일 최고기온을 쉽게 추정할 수 있는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0006] 상술한 목적을 달성하기 위해 본 발명은 수평면 일사수광량과 경사면 일사수광량 및 청천일사량으로 나타낸 일사편차계수와, 관측된 일 최고기온 편차간 관계로 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계와, 상기 임의 지점의 인근 기상대에서 일 최고기온값을 측정하는 단계, 및 상기 임의 지점의 인근 기상대에서 측정된 일 최고기온값에 상기 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 더하여 임의 지역의 일 최고기온값을 구하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법을 제공한다.

[0007] 수평면 일사수광량과 경사면 일사수광량 및 청천일사량으로 나타낸 일사편차계수와, 관측된 일 최고기온 편차간 관계로 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계는 일사편차계수를 구하는 단계와, 상기 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량을 구하는 단계, 및 상기 일차편차계수와 상기 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량으로 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계를 포함한다. 또한, 상기 일사편차 계수를 구하는 단계는 수평면 일사수광량과 경사면 일사수광량을 측정하는 단계와, 상기 수평면 일사수광량과 상기 경

사면 일사수광량의 편차를 청천일사량으로 나누는 단계를 포함한다. 이때, 상기 일사편차 계수(ν)는

$$\nu = \frac{\varphi_t - \varphi_0}{S_0}$$
이며, 상기 φ_1 는 오전 11시부터 오후 3시까지 4시간 동안 경사면 일사수광량이고, 상기 φ_0 는 오전 11시부터 오후 3시까지 4시간 동안 수평면 일사수광량이며, 상기 S_0 는 일출부터 일몰까지의 청천일사량이다.

[0008] 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량을 구하는 단계는 상기 일사편차계수와, 관측된 일 최고기온간 편차의 증감에 따른 변화량을 구하는 단계를 포함한다. 이때, 상기 일차편차계수와 상기 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량으로 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계는 상기 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량으로 상기 일차편차계수를 보정하여 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 구하는 단계를 포함한다.

효 과

[0009] 본 발명은 인근 기상대자료로부터 일 최고기온을 취득하고 이를 경사도와 경사향에 따른 임의 지점의 일 최고기온 보정값으로 보정하여 보다 정확한 일 최고기온을 추정할 수 있는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0011] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상의 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.

[0012] 도 1은 본 발명에 따른 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법의 순서도이고, 도 2는 제주도 기생화산(높은오름)의 위치와 중턱 8개 지점에 설치된 기온측정 장비 위치를 도시한 수치 표고 모델이다. 또한, 도 3은 제주도 기생화산(높은오름) 8개 지점에서 관측된 일 최고기온편차의 경시변화 그래프이고, 도 4 및 도 5는 제주도 기생화산(높은오름) 8개 지점의 일사편차계수와 관측된 일 최고기온 편차간 관계를 도시한 그래프이다. 도 6은 충주댐 하류유역 고밀도 기온검증관측망의 위치와 주변지형을 나타낸 지도이며, 도 7은 기상청 자동기상관측소의 위치(흑색점)와 종관기상관측소의 위치(백색점)를 나타낸 지도이다. 도 8은 공간 기후모형에 의한 충주댐 하류유역 10개 검증관측소의 2007년 4월부터 2008년 11월까지 맑은 날의 일 최고기온 추정값과 실측기온 사이의 관계를 나타낸 그래프이다.

[0013] 본 발명에 따른 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법은 도 1에 도시된 바와 같이, 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 산출하는 단계(S_1)와, 인근 기상대의 일 최고기온값을 측정하는 단계(S_2)와, 임의 지점의 일 최고기온값을 보정하는 단계(S_3)를 포함한다.

[0014] 임의 지점의 일 최고기온 보정값을 산출하는 단계(S_1)는 일 최고기온값을 경사도와 경사향에 따라 보정하기 위한 일사편차계수를 구한다. 이러한 사면 일사수광량의 영향을 정량화하는 단계는 일사편차계수를 구하는 단계(S_{1-1})와, 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량을 구하는 단계(S_{1-2})를 포함한다.

[0015] 일사편차계수를 구하는 단계(S_{1-1})는 수평면 일사수광량과 경사면 일사수광량간의 차이를 그 날의 일출부터 일몰까지 청천일사량으로 나눔으로써 일사편차계수를 구한다. 즉, 경험과 관측에 의하면 하루 중 일사에너지 가운데 일 최고기온에 가장 큰 영향을 미치는 것은 오전 11시부터 오후 3시까지 4시간 동안의 적산일사량이다. 본 발명은 이 시간 동안의 경사면의 일사수광량을 적산하여 인근 기상대의 수평면 일사량과 비교하고 그 차이만큼의 기온편차를 기상대에서 관측된 일 최고기온값에 가감함으로써 보정한다.

[0016] 이때, 일사수광량편차는 절대값을 쓰지 않고 그 날의 청천일사량(clear sky radiation)에 의해 나눈 표준변량(normalized variable)으로 표현한다. 편의상 이 변량을 일사편차계수(ν)라고 부르며 수식1과 같이 표현한다.

[0017] [수식1]

$$v = \frac{\Phi_1 - \Phi_0}{S_0}$$

[0019] 수식1에서 Φ_0 은 수평면 일사수광량으로서 오전 11시부터 오후 3시까지 4시간 동안 수평면에 대한 일사수광량이며, Φ_1 은 경사면 일사수광량으로서 오전 11시부터 오후 3시까지 4시간 동안 경사면에 대한 일사수광량을 의미한다. 또한, S_0 은 일사수광량을 측정한 날의 일출부터 일몰까지 청천일사량을 의미한다. 즉, 일사편차계수(v)는 오전 11시부터 오후 3시까지 4시간 동안 수평면 일사수광량(Φ_0)과 경사면 일사수광량(Φ_1)간의 차이를 그 날의 일출부터 일몰까지 청천일사량(S_0)으로 나눈값이다.

[0020] 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량을 구하는 단계(S_{1-2})는 일사편차계수와 관측된 일 최고기온 편차간의 관계에서 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량을 구한다.

[0021] 도 1을 참조하면, 본 발명은 경사향에 따른 일 최고기온의 변이를 알기 위한 실험을 수행하기 위해 지표가 초지로 덮여 있고, 전체적인 모양이 반듯한 원추형으로서 모든 방향에서 비슷한 경사도를 보이는 기생화산 "높은오름"(제주시 구좌읍 송당리)을 시험지로 선정하였다. 이 기생화산을 원추형으로 간주하면 원추의 밑면은 지름 약 570m의 원이며 밑면에서 꼭지점(정상)까지 고도차는 평균 90m 정도이다. 밑면으로부터 약 70m 높이에 해당되는 기생화산의 측면능선에 방위별로 8개 지점을 선정하여 지표로부터 1.5m 높이에 로거 일체형 온습도계(Model HOBO H8 Pro, Onset Computer Inc., USA)를 설치하였다. 먼저 현지에서 나침반에 의존하여 대략적인 위치에 장비를 설치한 후 위성측위계(Model GeoExplorer III 및 Pathfinder 2.80, Trimble Inc., USA)에 의해 임시좌표값을 얻고, 추후 기준국 자료에 의해 후처리 보정을 함으로써 정확한 위치좌표를 얻었다. 각 지점에서 2007년 6월 22일(하지)부터 12월 23일(동지)까지 183일간 10분 간격으로 기온을 측정하였고, 일별로 측정된 144개 자료 가운데 가장 큰 값을 일 최고기온으로 간주하였다.

[0022] 실험장소의 수평면 전천일사량을 측정하기 위해 주변에 장애물이 없는 기생화산의 정상부근에 에플리형 일사계(Model 8-48, Eppley Laboratory Inc., USA)를 설치하고, 데이터로거(Model CR10X, Campbell Scientific, USA)에 의해 1분 간격으로 측정하여 그 매시 적산값을 저장하였다. 관측된 8개 지점의 일 최고기온 산술평균값을 같은 고도의 기준온도(수평면 일 최고기온)로 간주하였다. 각 지점에서 얻은 일 최고기온에서 이 기준온도를 감하여 편차를 얻었다.

[0023] 국토지리정보원으로부터 실험장소가 포함된 1:5000 수치지형도(도엽번호 33608072)를 구입하여 주곡선 정보로부터 불규칙 삼각망(triangulated irregular network, TIN) 표면을 생성하고, 해상도 1m의 수치 표고 모델(digital elevation model, DEM)로 변환하였다. 이 수치 표고 모델로부터 경사도와 경사방향을 계산하였고, 8개 지점에 해당하는 픽셀의 경사향과 경사도자료를 추출하였다. 이들 지형자료와 기준점(정상 부근)의 전천일사량 자료를 토대로 각 지점의 시간대별 일사수광량을 계산하였다.

[0024] 표 1은 높은 오름 8개 기온관측지점의 지형특성과 각 지점에서 일별로 관측된 일 최고기온의 기준온도와의 편차를 나타낸 것이다.

[0025] 표 1을 참조하면, 측정 기간 중 태풍피해를 입은 1번 사이트(S1)와 7번 사이트(S7)를 제외한 나머지 지점에서는 결측 없이 온전한 자료를 수집할 수 있었다. 해상도 1m의 수치 표고 모델에 의해 계산된 8개 지점의 경사도는 20도(S3)부터 30도(S5)까지 범위에 들며 평균은 26도 정도이다. 경사향은 S1과 S8이 거의 같은 북향이며 나머지는 동(S2), 남동(S3), 정남(S4), 남서(S5), 정서(S6), 북서(S7)에 분포하고 있다.

[0026] <표 1>

사이트 (SITE#)	경사도 (도)	경사향 (도)	월별 온도(섭씨)					
			7월	8월	9월	10월	11월	12월
1	29	7	-0.39	-0.38	-0.71	.	-1.34	-0.99
2	26	68	-0.06	-0.12	-0.42	-0.74	-0.57	-0.28
3	20	126	0.04	0.20	-0.01	0.00	0.47	0.51
4	28	186	0.24	0.23	0.77	1.19	2.08	1.62
5	30	219	0.15	0.23	0.51	0.99	1.63	1.09

6	21	272	0.08	0.06	0.11	-0.20	-0.18	-0.34
7	26	301	0.08	0.06	-0.11	.	-0.82	-0.73
8	27	359	-0.14	-0.30	-0.52	-1.23	-1.29	-0.88

[0028] 태양고도가 가장 높은 하지부터 가장 낮은 동지까지 8개 지점에서 관측된 일 최고기온이 8개 지점의 평균인 기준온도에 비해 얼마나 차이 나는지 그 편차를 구해 월별로 평균해보면 북향에 속하는 S1과 S8에서는 기간 내내 기준온도에 비해 낮은 온도를 보였다. 가장 큰 편차는 11월로서 S1에서 섭씨 -1.34도, S8에서 섭씨 -1.29도였다. 남향계열인 S4와 S5에서는 연중 기준온도에 비해 높은 일 최고기온을 보였는데, 최대편차는 역시 11월로서 섭씨 2.08도(S4), 섭씨 1.63도(S5)이었다. 서향사면(S6)에서는 그 변화폭이 크지는 않았지만 7월과 8월 및 9월에는 기준온도에 비해 높은 일 최고기온을 보였고 10월과 11월 및 12월에는 반대로 기준면보다 낮은 기온을 보였다. 북쪽으로 약간 치우친 S7의 경우 서향과 흡사한 기온편차 분포를 보이는데 다만 기준면보다 낮은 온도가 나타나는 시기가 9월로 앞당겨졌다. 동향에 속하는 S2와 S3 가운데 북쪽에 치우친 S2에서는 북향과 같이 연중 기준면보다 낮은 일 최고기온을 보였고, 남쪽에 가까운 S3에서는 7월, 8월, 9월, 10월까지의 기준면과 거의 같은 기온을 보이다가 11월과 12월에만 섭씨 0.5도 정도 높은 기온이 관측되었다.

[0029] 하지에서 동지까지 183일간 평균편차를 구해보면 기준면에 비해 일 최고기온이 가장 높은 곳은 S4(정남향)로서 섭씨 1.02도였고, 가장 낮은 곳은 S1(정북향)이었지만 중간에 결측이 있어 정확한 편차를 알 수는 없었다. 다만 가까이 위치한 S8의 경우 평균편차가 섭씨 -0.72도이므로 이보다는 더 낮은 기온을 보였을 것으로 예상된다. 즉 남북향 사면 사이의 일 최고기온 편차는 평균 섭씨 1.7도 내지 1.8도에 이르는 것으로서, 미국 동부 애플래치아 산림지대에서 남향과 북향사면 간 관측된 연평균 섭씨 1.4도 편차보다 큰 값이다 (Bolstad et al., 1998). 제주 도기생화산이 경사도 면에서 섭씨 20도 내지 30도로서 애플래치아 산림지대 실험장소의 섭씨 21도 내지 31도와 거의 비슷하며, 위도(33.5N)로 보아 애플래치아 산림지대 실험장소(35 내지 36N)보다 낮은 것을 감안한다면 섭씨 1.8도에 이르는 남북사면 간 일 최고기온편차의 평균값은 충분한 유의성을 갖는다. 즉 같은 정도의 복잡지형이라면 삼림군락보다는 초지피복에서 사면방향에 따른 일 최고기온변이가 클 것이라는 가설을 뒷받침한다고 볼 수 있다.

[0030] 도 3에 도시된 바와 같이, 각 지점에서 얻은 일 최고기온의 일별편차를 하지부터 동지까지 날짜에 대해 작도해보면 수평 기준면에 비해 경사향이 일 최고기온에 미치는 영향을 자세히 이해할 수 있는데, 동향과 서향경사면을 제외한 모든 지점에서 사면효과는 하지 때 가장 적고 동지로 갈수록 커지고 있다. 정남향인 S4에서는 관측기간 중 일 최고기온이 기준면에 비해 거의 섭씨 4도까지 높아졌으며, 북향인 S1과 S8에서는 기준면에 비해 훨씬 낮은 일 최고기온을 보였지만 그 편차는 섭씨 3도를 넘지 못했다. 45일 이동평균값을 구해보면 연중 태양고도(날짜)에 따른 사면 방위별 일 최고기온의 변동추세가 더욱 뚜렷해진다. 경사향에 무관하게 하지 무렵에는 높은 태양고도 때문에 일사수광량에 있어 기준면과 큰 차이가 없으며 이는 기준면과 크게 다르지 않은 일 최고기온으로 나타난다. 태양고도가 점차 낮아짐에 따라 경사향에 따른 일사수광량에 차이가 생기 시작하며 일 최고기온은 남향계열 관측지점(S4, S5)에서 점차 높아지며 북향계열 지점(S1, S8)에서는 점차 낮아지고 있다. 하지만 동향과 서향 관측지점에서는 그 변동폭이 크지 않으며 일 최고기온의 편차는 기준면에 비해 섭씨 2도를 초과하지 않는다.

[0031] 본 실험의 결과로부터 일사수광량의 차이가 일 최고기온의 차이로 나타난다는 사실은 분명히 확인할 수 있다. 본 실험은 자연상태에서 수행되었지만 지표피복이 초지로 통일되어있고, 관측지점의 경사향과 경사도, 표고 등이 엄격하게 통제되었기 때문에 관찰된 기온과 계산된 일사수광량만으로 경험적인 관계를 얻을 수 있다. 또한, 이에 따라 도 4에 도시된 바와 같이, 관측기간 중 매일 계산된 8개 지점의 일사편차계수와 이 때 각 지점에서 관측된 일 최고기온의 편차 사이에 1차회귀식을 얻을 수 있으며, 이는 수식2와 같이 나타낼 수 있다.

[0032] [수식2]

[0033]
$$y = 13.1x + 0.93$$

[0034] 수식2와 같은 1차회귀식은 해당날짜의 토양수분, 강수, 바람, 운량 등과 무관하게 적용할 수 있으며, 결정계수는 0.66으로서 기온편차 변이의 3분의 2를 설명할 수 있을 것으로 기대된다. 만약 도 5와 같이 온도편차와 일사편차계수를 2차식으로 표현한 2차회귀식을 사용한다면 결정계수는 0.76으로 다수 개선된다. 이때, 상기 2차회귀식은 수식3과 같이 나타낼 수 있다.

[0035] [수식3]

[0036]
$$y = 56x^2 + 20x + 0.6$$

[0037] 인근 기상대의 일 최고기온값을 측정하는 단계(S₂)는 일 최고기온을 추정할 지역의 인근 기상대에서 일 최고기온 값을 측정한다. 이때, 이러한 인근 기상대의 일 최고기온값은 해당 기상대에서 측정된 일사관측자료를 이용할 수 있다.

[0038] 임의 지점의 일 최고기온값을 보정하는 단계(S₃)는 측정된 일 최고기온값을 일사편차계수로 보정한다.

[0039] 전술된 1차회귀식인 수식2를 쓴다면 일사편차계수의 단위 증감에 따른 기온의 변화량은 수식2의 함수기울기이기 때문에 임의 지점의 일 최고기온 보정값(ε)은 수식4와 같이 나타낼 수 있다.

[0040] [수식4]

[0041]
$$\varepsilon = 13.1v$$

[0042] 여기서 v 는 수식1에 의해 추정된 일사편차계수이며 인근 기상대 일 최고기온값에 일 최고기온 보정값(ε)을 더해 주면 임의지점의 일 최고기온을 구할 수 있다.

[0043] 한편, 본 발명은 전술된 방법에 의해 추정된 일 최고기온의 신뢰성을 검증하기 위한 독립자료를 얻기 위해 도 6에 도시된 바와 같이, 충청북도 충주시 엄정면 일대의 충주댐 하류 유역을 선정하여 고밀도 관측망을 운영하였다. 이 지역은 평균 표고 약 200m로서 완만한 구릉지로 이루어진 곳이며 유역 내 엄정면사무소 옥상에 기상청 자동기상관측장비가 설치되어있다. 국토지리정보원으로부터 실험장소가 포함된 1:5000 수치지형도를 구입하여 주곡선 정보로부터 불규칙 삼각망 표면을 생성하고, 해상도 10m의 수치 표고 모델로 변환하였다. 이 수치 표고 모델로부터 경사도와 경사방향을 계산하였다. 비슷한 고도와 서로 다른 경사방향, 지표피복을 고려하여 지표로부터 1.5m 높이에 집록기 일체형 온습도계(Model HOB0 H8 Pro, Onset Computer Co., USA)를 설치하고, 2006년 12월 23일부터 2008년 11월 18일까지 10분 간격으로 기온을 측정하였다.

[0044] 표 2는 충주댐 하류유역 고밀도 기온검증관측망 10개 관측지점의 주요 지형특성을 나타낸 것이다.

[0045] <표 2>

[0046]

사이트(SITE)	고도(미터)	경사향(도)	경사도(도)
1	165	247(SW)	13
2	202	225(SW)	8
3	116	276(W)	15
4	124	104(E)	11
5	190	42(NE)	10
6	216	219(SW)	9
7	170	3(N)	10
8	179	169(S)	14
9	171	184(S)	9
10	151	110(E)	10

[0047] 이 방법에 의해 2006년 12월 23일부터 2008년 11월 18일 기간 중 인근 충주기상대 운량자료를 근거로 맑은 날씨만 선택하여 10개 검증관측지점의 일 최고기온을 추정하였다. 각 지점 실측 기온자료와의 편차를 이용하여 평균 평방근오차(Root Mean Square Error, RMSE)를 계산하였다. 비교를 위한 기준으로 도 7에 도시된 바와 같이, 현재 기상청에서 국지기온실태 추정에 쓰이는 500여 개소 자동기상관측자료의 거리역산가중법(Inverse distance weighting, IDW) 내삽기온을 이용하였다. 공간기후모형은 오로지 관측여건이 표준화된 종관기상관측자료만 이용하므로, 만약 추정값의 오차수준이 자동기상관측자료로부터 추정한 것과 유사하거나 조금이라도 낮다면 이 추정 방법의 실용성이 인정된다고 할 수 있다.

[0048] 도 8을 참조하면, 10개 지점의 일 최고기온 추정값을 실측자료와 1:1로 비교해보면 무인자동기상관측장비(Automatic Weather Station, AWS) 자료로부터 추정된 값에 비해 훨씬 우수함을 알 수 있다. 도 8은 작물생육기간인 4월부터 11월까지 맑은 날의 일 최고기온을 보여주는데, 자동기상관측자료로부터 추정한 기온자료의 평균평방근오차는 섭씨 2도에 달하나 종관자료와 공간정보에 의해 추정한 기온값은 섭씨 1도 이내의 추정오차를

보인다.

[0049] 상술한 바와 같이 본 발명은 인근 기상대자료로부터 일 최고기온을 취득하고 이를 경사도와 경사향에 따른 임의 지점의 일 최고기온 보정값으로 보정하여 보다 정확한 일 최고기온을 추정할 수 있는 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법을 제공할 수 있다.

[0050] 이상에서는 도면 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0051] 도 1은 본 발명에 따른 미관측 경사면 상의 일 최고기온을 인근 기상대자료로부터 추정하는 방법의 순서도.

[0052] 도 2는 제주도 기생화산(높은오름)의 위치와 중턱 8개 지점에 설치된 기온측정 장비 위치를 도시한 수치 표고 모델.

[0053] 도 3은 제주도 기생화산(높은오름) 8개 지점에서 관측된 일 최고기온편차의 경시변화 그래프.

[0054] 도 4 및 도 5는 제주도 기생화산(높은오름) 8개 지점의 일사편차계수와 관측된 일 최고기온 편차간 관계를 도시한 그래프.

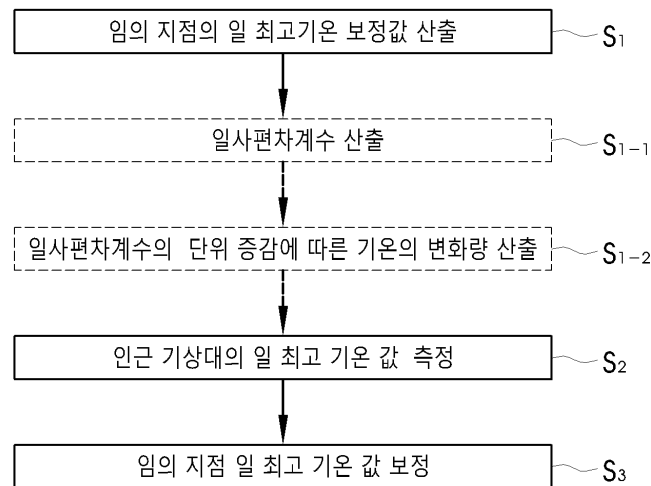
[0055] 도 6은 충주댐 하류유역 고밀도 기온검증관측망의 위치와 주변지형을 나타낸 지도.

[0056] 도 7은 기상청 자동기상관측소의 위치(흑색점)와 종관기상관측소의 위치(백색점)를 나타낸 지도.

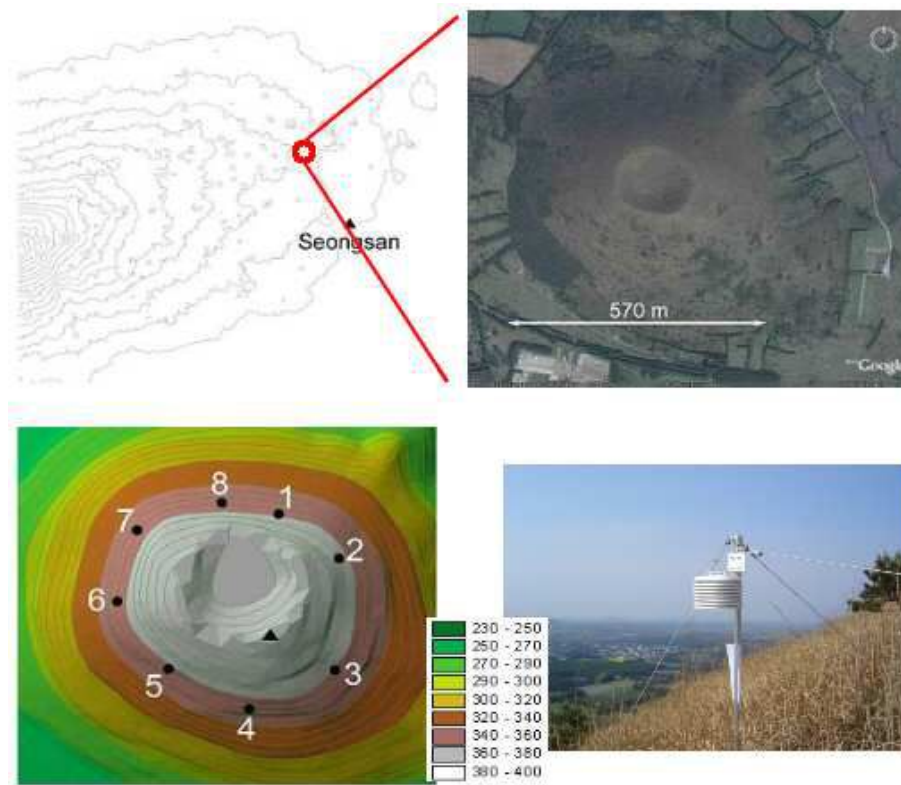
[0057] 도 8은 공간기후모형에 의한 충주댐 하류유역 10개 검증관측소의 2007년 4월부터 2008년 11월까지 맑은 날의 일 최고기온 추정값과 실측기온 사이의 관계를 나타낸 그래프.

도면

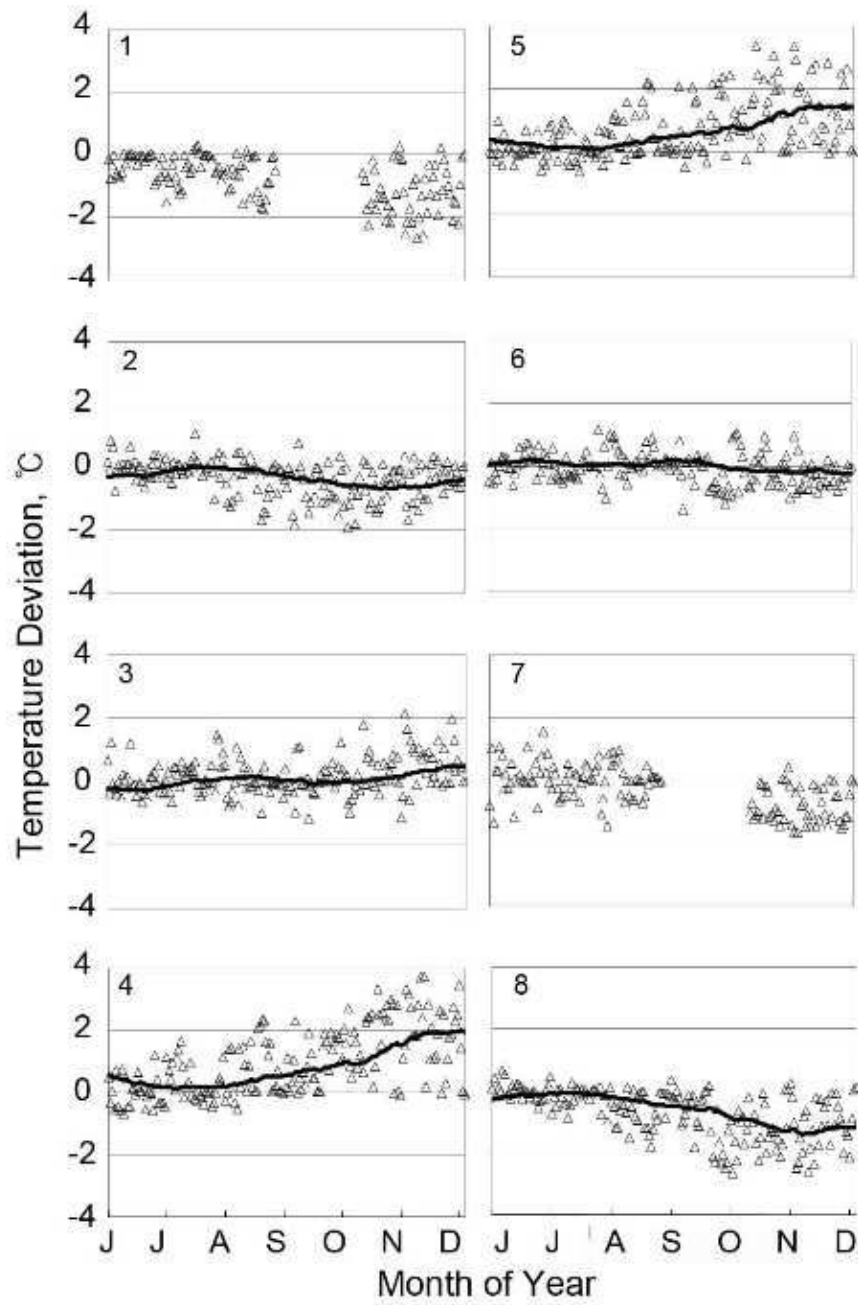
도면1



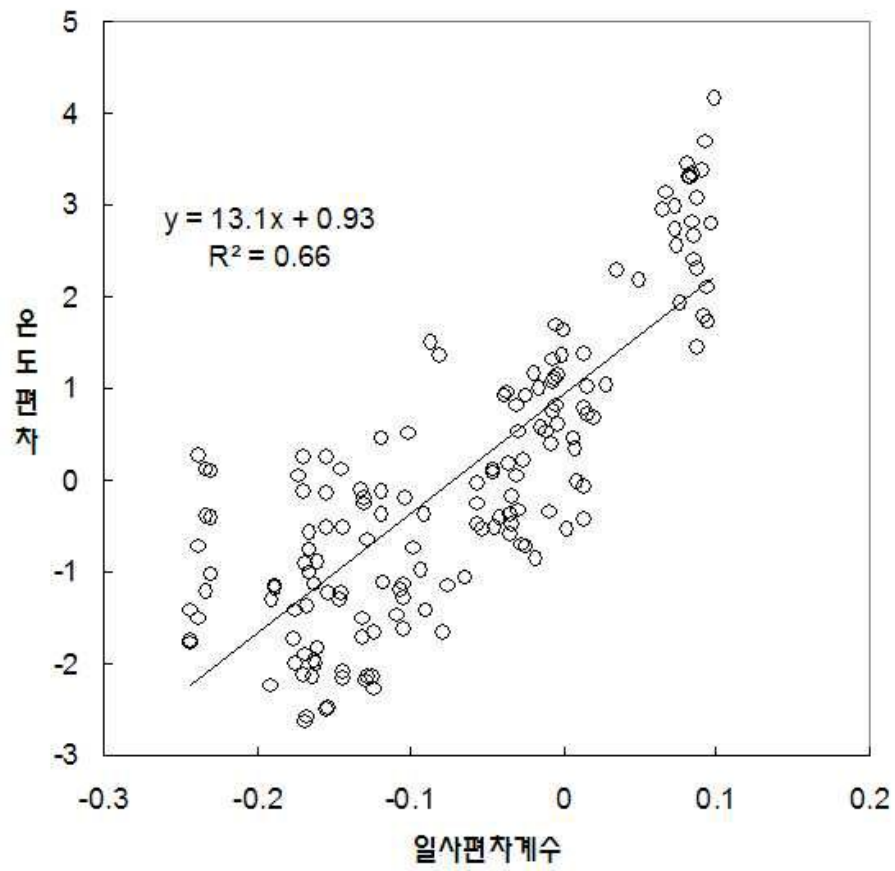
도면2



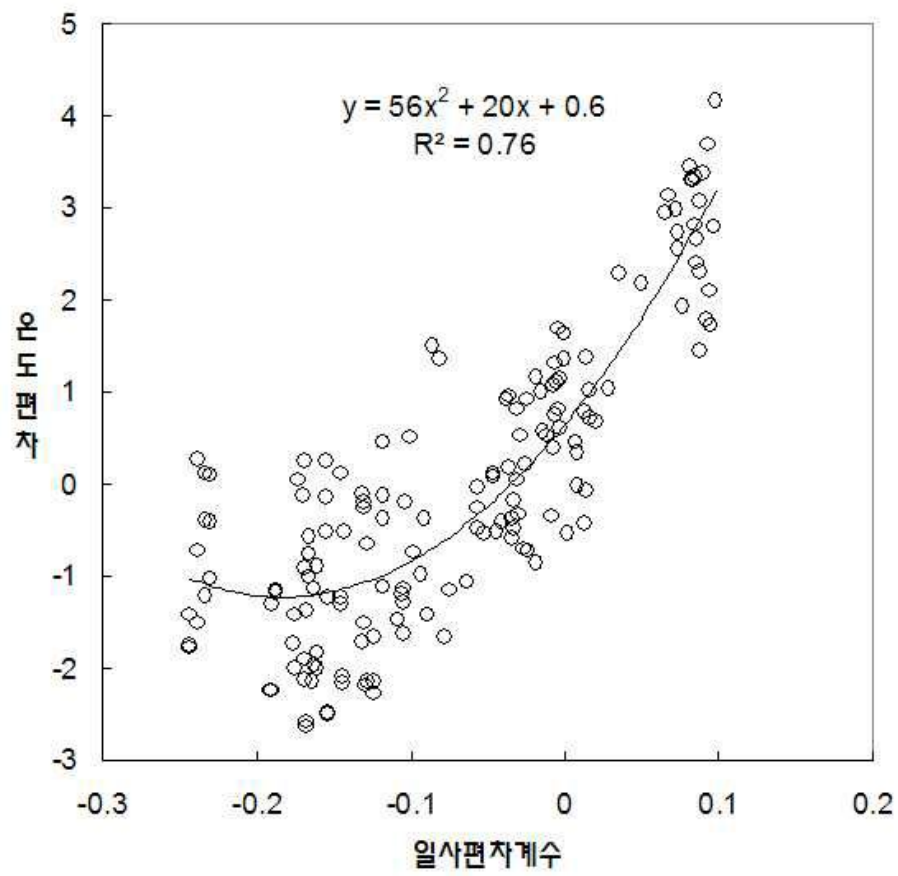
도면3



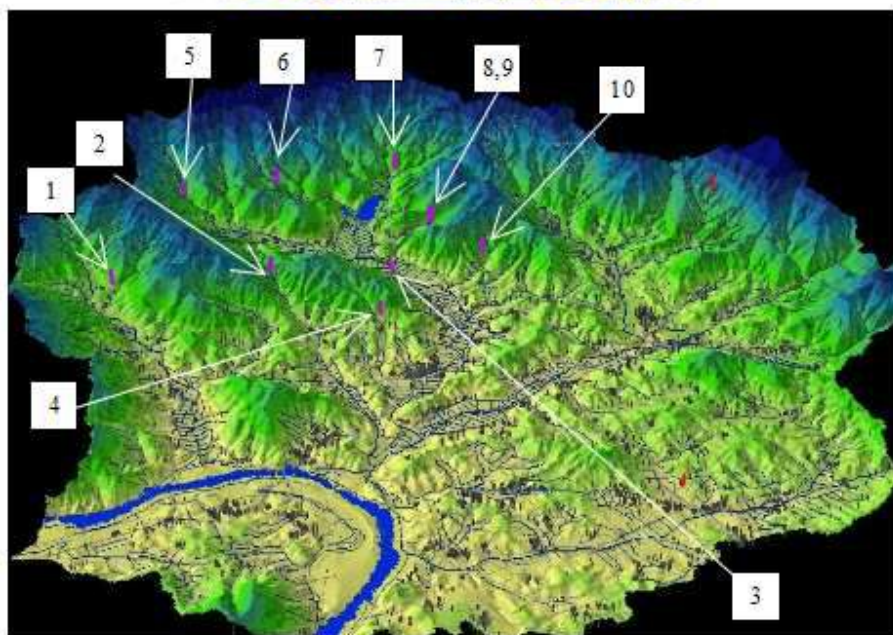
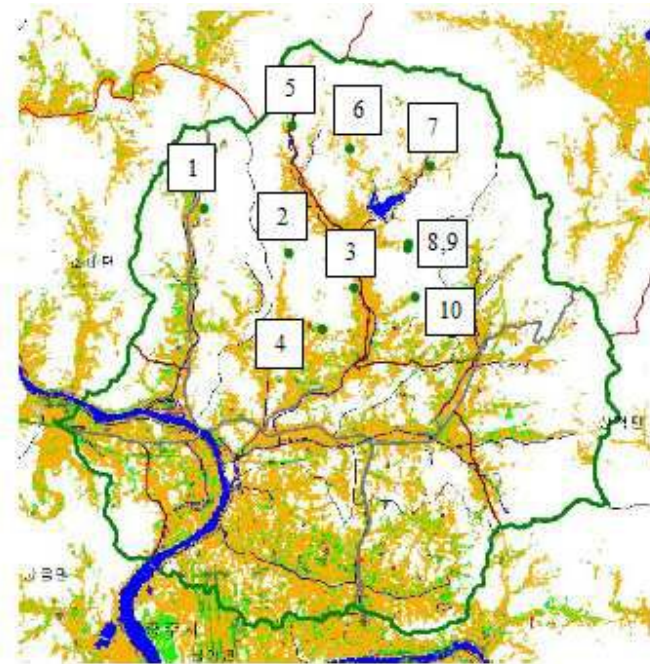
도면4



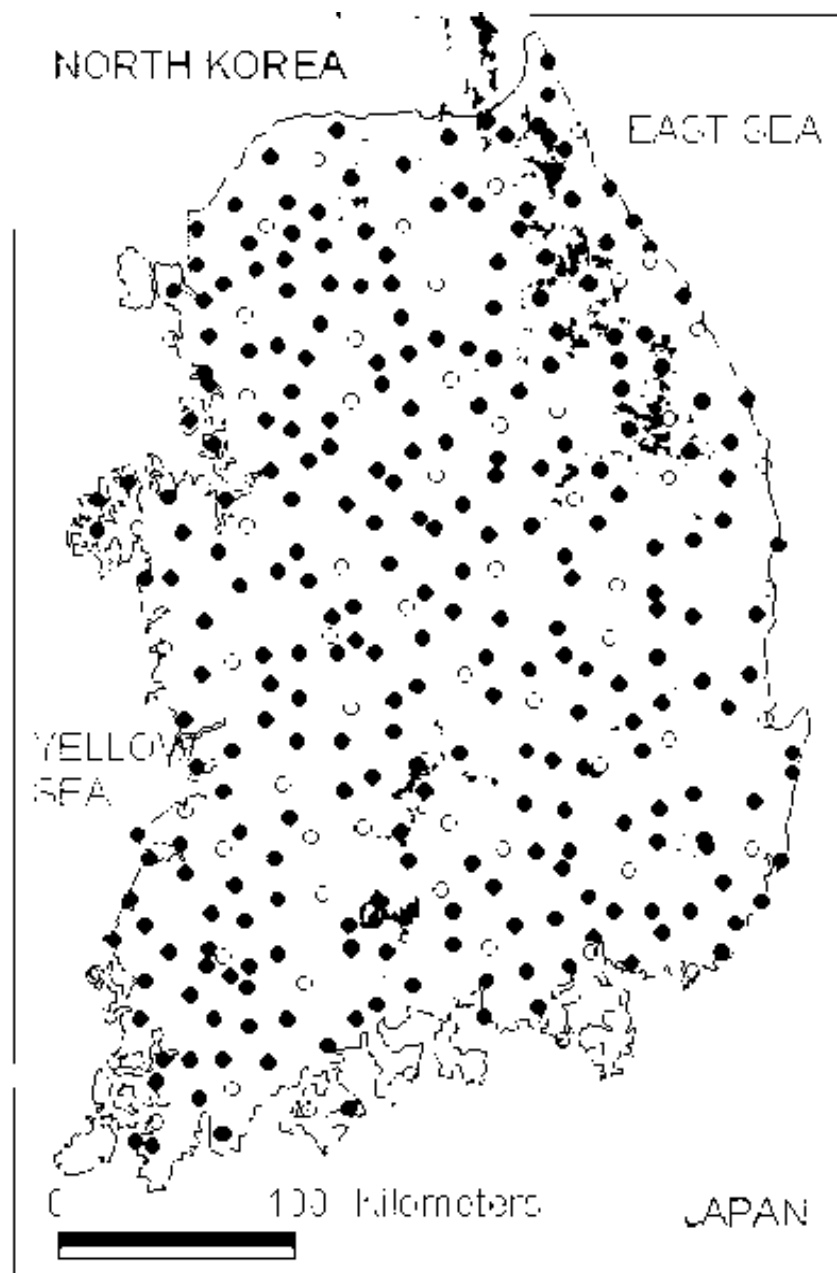
도면5



도면6



도면7



도면8

