

지리공간정보기술에 의한 가물평가정보체계 수립에 대한 연구

정명호, 리영필, 전성근

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리 당의 농업혁명방침에서 기본은 농업과학기술에서 혁명을 일으키는것입니다.》

(《김정일선집》 증보판 제21권 463페이지)

농작물의 특성에 맞게 재배기술을 확립하고 소출을 높이는데서 합리적인 가물평가체계를 수립하는것은 중요한 문제로 나선다.

우리는 첨단기술인 지리공간정보기술을 리용하여 가물이 발생하는 시기와 세기, 규모, 지역을 미리 예보하여 과학적인 영농공정관리와 농업생산의 정보화, 과학화를 실현하기 위한 연구를 하였다.

재료와 방법

재료 자료로는 MODIS 위성화상자료, Landsat TM자료, 토양표면온도자료, 기상자료를 리용하였고 프로그램으로는 ENVI5.1, ARCGIS10.2, 컴퓨터로는 Core 2 Duo이상, 적외선온도수감기를 리용하였다.

방법 가물상태평가에 온도식피건조지수(TVDI)모형을 리용하였다.

온도식피건조지수모형은 식물체에서 수분이 부족할 때 식물체의 온도가 높아진다는 식물학적원리에 기초하고있다.[2]

식물은 보통 해빛이 내려쬰고 대기온도가 올라가면 증산작용을 통해 체온이 높아지지 않도록 조절하는 능력을 가지고있지만 토양수분이 부족하거나 대기온도가 너무 높으면 이 능력이 파괴되게 된다. 즉 토양속에 수분이 절대적으로 모자라거나 대기온도가 너무 높아 식물체의 증산작용이 미처 따라가지 못할 때 식물체의 온도는 증가하게 되고 식물은 가물피해를 입게 된다.

TVDI는 식물표면온도를 리용하기때문에 식물에 미치는 토양가물과 대기가물의 영향을 다 나타낼수 있다.

시기별로 TVDI를 계산하여 식물잎온도가 정상값에서 높아지는 시기와 수준을 포착하면 그 식물이 자라고있는 토양속에 수분이 부족하고 가물이 시작된다는것을 의미한다.

온도식피건조지수모형은 표준차식피지수(NDVI)와 지표면온도(LST)의 2차원공간에서 건조한계선과 령습한계선에 의하여 특징지어진다.[3, 8]

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

여기서 NIR는 근적외선대역의 반사세기이고 R는 적색대역의 반사세기이다.

지표면온도는 MODIS자료의 열적외선파장에서 31대역과 32대역을 리용하여 2차항에 의한 분할창문법으로 계산한다.[1, 7]

$$LST = T_1 + a_0 + a_1(T_1 - T_2) + a_2(T_1 - T_2)^2 + \alpha(1 - \varepsilon) - \beta \cdot \Delta\varepsilon \quad (2)$$

여기서 a_i, α, β 는 결수이고 T_i, T_j 는 대역 i 와 대역 j 에서 밝음도온도이다. 그리고 $\varepsilon = (\varepsilon_{31} + \varepsilon_{32})/2$, $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{31} - \varepsilon_{32}$ 이다.

스펙트르복사량이 주어질 때 밝음도온도는 플랑크법칙으로부터 계산할수 있다.

$$T = \frac{1.438 \ 768 \ 69v}{\ln\left(\frac{1.190 \ 956 \ 1 \cdot 10^{-16} v^5}{B_\lambda(T)} + 1\right)} \quad (3)$$

여기서 $B_\lambda(T)$ 는 파장 λ 에서 스펙트르복사량이고 v 는 평균파수이다.

식피지수가 결정된 조건에서 가물특성은 다음식으로 결정한다.[4]

$$TVDI = (T_S - T_{S_{\text{최적}}}) / (T_{S_{\text{최대}}} - T_{S_{\text{최적}}}) \quad (4)$$

여기서 T_S 는 주어진 화소에서 관측된 표면온도이고 $T_{S_{\text{최적}}}, T_{S_{\text{최대}}}$ 는 토양습도가 적합할 때 표면온도와 최대로 높은 표면온도를 표시한다.

TVDI 값은 0~1사이에서 결정되는데 1에 가까와갈수록 가물이 심하다는것을 의미하며 0에 가까울수록 토양습도가 적합하다는것을 의미한다.

결과 및 논의

가물평가는 비교적 구름의 영향을 받지 않은 MODIS자료를 리용하여 진행하였다.

모든 화상자료들에 대하여 기하보정처리하고 일부 남아있는 구름지역들은 마스크처리 [2, 5]하여 제거한다.

평가모형이 대기영향을 받지 않게 설계되었으므로 대기보정은 따로 하지 않았다.

지표면온도[3, 6]는 식 (2)에 따라 MODIS-31대역과 32대역을 리용하고 표준차식피지수는 MODIS-1대역과 2대역을 가지고 식 (1)에 의해 계산하였다.

지표면온도가 어느 한 온도에서 뾰족한 끝을 같이 유지하고있으면 이 온도가 해당 지역에서 식물성장에 가장 적합한 온도로 된다는것을 말해준다. 그러므로 이 값을 적습한 토양조건을 나타내는 지표면온도로 규정하였다.

가물이 가장 심한 시기의 가물피해세기와 규모를 지도에 표시하고 가물분포도를 통하여 일부 지역들에서 가물피해가 나타나고있는것을 육안으로 판독할수 있다.

위성자료는 2012년부터 2017년까지의 5월과 6월에 국내에서 수신한 Terra/MODIS를 리용하였다.

식피지수와 지표면온도를 계산하고 NDVI-LST공간에서 매개 처리날자별로 산포도를 작성하였다.

위성화상자료에서 LST-NDVI의 산포특성은 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 LST-NDVI산포도의 변화특성을 분석해보면 생육단계가 높아질수록 NDVI의 값은 증가하며 앞이 뾰족한 삼각형의 끝은 298K(25°C)근방에서 유지된다. 이것은 식물이 왕성하게 자랄수 있는 토양조건에서 식물의 결면온도를 반영한것으로서 식물생태의 견지에서 적습토양조건에 해당한다. 이것은 토양습기가 부족되지 않는 논벼에서 결면온도가 년중 변하지 않고 이 온도근방에서 유지되는 특성을 놓고도 잘 알수 있다.

(그림 2)

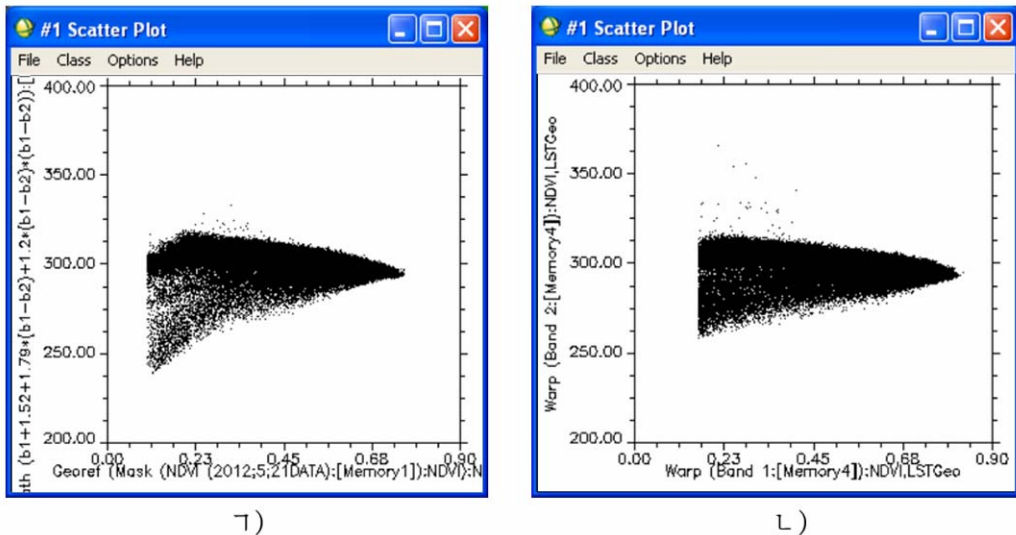


그림 1. NDVI-LST의 산포특성

ㄱ) 5월 21일 자료, ㄴ) 5월 25일; 가로축은 NDVI, 세로축은 LST임

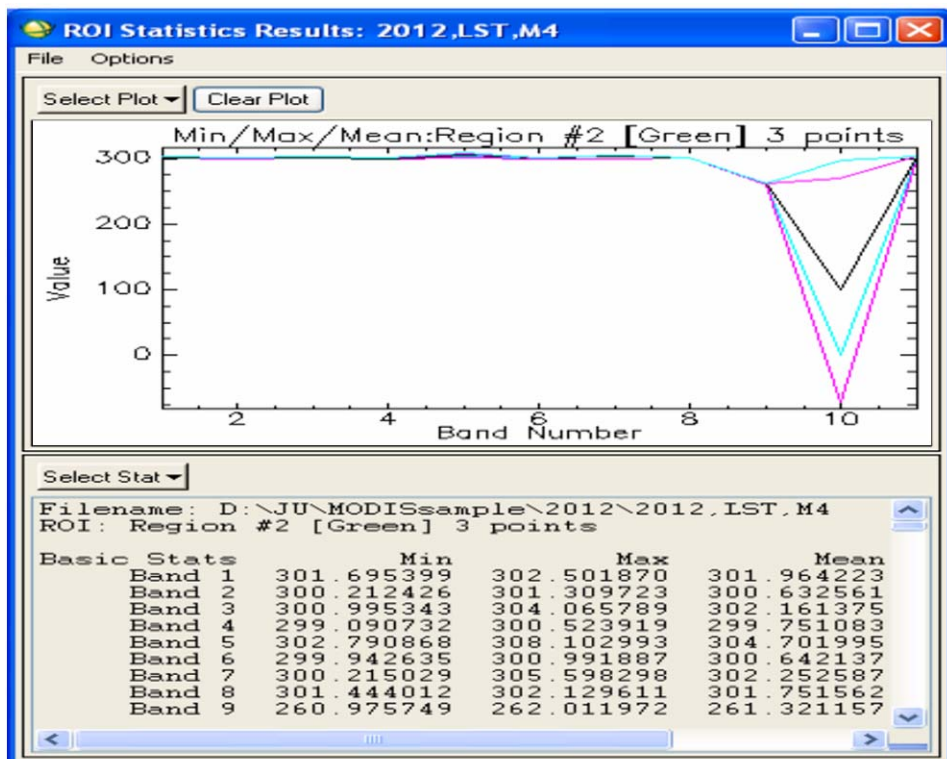


그림 2. 재령지구에서 LST의 변화특성

그림 2에서 가로축은 계절변화를 나타내고 세로축은 LST를 표시한다.

그림 2에서 보는바와 같이 그래프는 298K근방에서 크게 변화가 없으며 일부 탈선현상은 구름과 그림자의 영향으로 결면온도가 떨어진것과 관계된다. 생육기간 변화가 없이 안정

한 이 특성값을 리용하여 가물세기평가의 아래기준점을 정하였다. 웃기준점은 해당한 농작물재배지역에서 LST의 최대값을 구하여 적용하였다. 최근 5년간의 분석에서 최대값은 2012년 6월에 황해북도 황주군에서 나타났는데 이때 LST의 값은 327K였다. 따라서 298~327K 구간을 적습과 가물의 평가구간으로 설정하였다.

다음은 이 구간안에서 가물시작점에 대하여 결정하였다. 가물시작은 일반적으로 작물이 피해를 받기 시작하는 시기로서 적습토양조건의 끝경계와 일치된다. 그러므로 가물피해가 없다고 볼수 있는 날자의 화상들을 선정하고 표준지점들에서 LST의 분포를 고려하여 정하였다. 이때 화상자료로는 2012년 5월 6일과 2013년 5월 12일, 5월 31일, 6월 16일의것을 리용하였다. 표준지역들에서 LST의 값은 313K근방에서 판측되었고 이것은 298과 327의 중간값과 일치하므로 건조지수계산에서 0.5를 가물시작위치값으로 정하였다.

아래의 화상자료들은 이러한 평가기준에 기초하여 해석한 가물평가결과들이다.(그림 3)

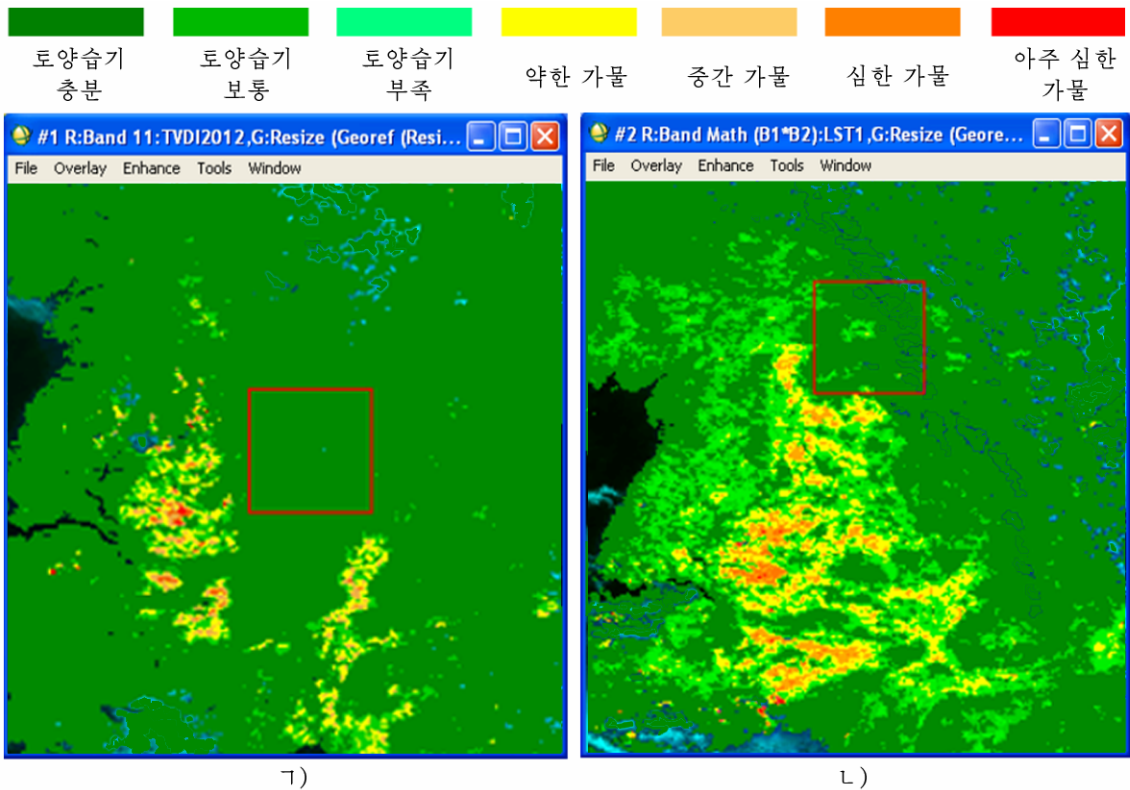


그림 3. 화상자료의 해석결과들

ㄱ) 2012년 6월 7일 자료, ㄴ) 2014년 5월 22일 자료

가물이 심하게 작용하는 지역들을 행정구역단위별로 분석하기 위하여 군단위, 리단위 경계벡토르를 가물평가결과화상에 중첩시켰다.(그림 4)

가물평가를 위해 리용한 3년(2012년-2014년)간 38일간의 위성화상자료들을 분석해본 데 의하면 가물발생이 인정된것은 27일이었으며 그가운데에서 심한 가물은 11차례(2012년에 3차례, 2013년에 2차례, 2014년에 6차례)였다. 이 분석결과에 기초하여 우리 나라에서 가물피해가 심한 지역은 황해북도와 평안남도의 일부 지역들에 국한되어있으며 특히 황해북도

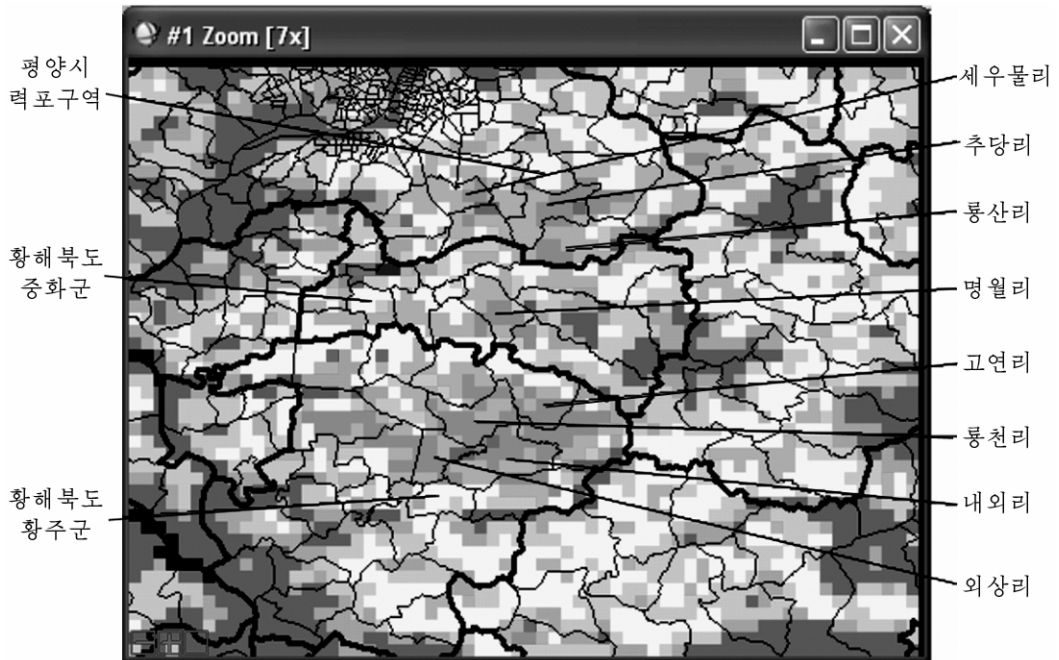


그림 4. 2014년 5월 22일 황주군주변일대의 화상분석자료

의 황주군과 은파군, 린산군에서 가물이 지속적으로 그리고 심하게 작용하고있다는것을 알 수 있다.

2012년—2017년의 가물평가결과를 종합적으로 분석한데 기초하여 다음과 같은 결론을 내릴수 있다.

가물피해영향은 동해안지대보다 서해안지대에서 먼저 발생하며 서해안내륙지대의 일부 국한된 지역에서 집중적으로 자주 나타난다. 가물피해를 자주 받는 전형지역으로는 황해북도의 황주군과 은파군, 봉산군, 평안남도의 일부 내륙군지역들이 속한다.

우리 나라에서 가물이 집중적으로 발생하는 기간은 대체로 5월 중순부터 6월 중순사이이며 심한 가물현상은 흔히 6월달에 나타난다.

가물피해를 심하게 받은 지역에서는 비가 와도 농작물의 결면온도가 정상준위로 복귀되지 않으므로 가물막이대책을 사전에 철저히 세워야 한다.

맺 는 말

1) 위성정보해석기술에 의한 가물감시체계를 완비하고 가물평가사업을 전국적범위에서 해마다 진행하는것이 필요하다.

가물이 발생하는 시기와 규모, 피해세기가 해마다 같지 않은 조건에서 가물감시체계를 세우고 평가사업을 정상화해야 한다.

2) 가물을 가장 심하게 자주 받는 피해전형지역에서 가물막이대책을 세우는것이 필요하다. 해마다 가물피해가 먼저 그리고 자주 나타나는 지역들이 고정되어있는 조건에서 이 지역들에서 가물막이대책을 바로세우는것이 무엇보다 중요하다. 또한 가물피해가 심하게 나타나는 6월에 그 피해를 줄이기 위한 대책을 세워야 한다.

참 고 문 헌

- [1] Jin Au Kong; Quantitative Remote Sensing of Land Surfaces, Elsevier, 3~57, 2007.
- [2] N. R. Patel; International Journal of Remote Sensing, 30, 1, 23, 2009.
- [3] Ce'sar Coll; Remote Sensing of Environment, 97, 288, 2005.
- [4] E. T. Crosman; Remote Sensing of Environment, 113, 73, 2009.
- [5] X. Song; International Journal of Remote Sensing, 28, 11, 2567, 2007.
- [6] M. Duckham et al.; Geographic Information Science, Springer, 48~81, 2005.
- [7] Ming-Liang Gao et al.; Remote Sensing, 6, 4, 2745, 2014.
- [8] H. Latifi et al.; International Journal of Applied Earth Observation Geoinformation, 38, 229, 2015.

주체107(2018)년 7월 5일 원고접수

Study on Establishment of Drought Evaluation System by Geographical Airspace Information Technology

Jong Myong Ho, Ri Yong Phil and Jon Song Gun

In this study, the Temperature Vegetation Drying Index(TVDI) model was used for evaluating drought condition.

The MODIS data which was not affected comparatively by clouds was used for drought evaluation, and the Normal Difference Vegetation Index(NDVI) and Land Surface Temperature(LST) were calculated, and the scatter diagram was composed. Based on this evaluation level, the results of drought evaluation were analyzed. These results can be applied to establishing the reasonable drought evaluation system.

Key words: satellite image data, drought evaluation, TVDI