

# 광역물수지의 분포량 추정

신사철

## 1. 서론

물수지는 수자원개발, 환경보전 등을 생각할 때 기본이 되는 중요한 개념이다. 그 이유는 更新가능한 자원으로 수자원을 이용하기 위해서는 물수지의 實態把握이 불가결하며, 또한 생태계가 물의 흐름에 규제되어 인간활동이 전개되기 때문이다.

최근, 지구환경의 관심이 높아지면서 공간적으로도 廣域的인 연구가 활발해지고 있다. 기후변동을 포함한 환경변화의 문제는 광역면에서의 물수지의 파악의 중요성을 시사하고 있다.

식생의 상태는 기후변동과의 관계에서 식물의 물收支, 熱收支에의 영향, 또한 장기간에는 光合成活性으로부터 대기중의  $CO_2$ 농도에의 영향이라는 입장에서부터 관심의 대상이 되고 있다.

본 연구에서는 현재 제공되고 있는 人工衛星 NOAA의 자료로부터 廣域面에서의 물수지項의 分布的인 추정을 수행하고자 한다. 증발산량의 추정에는 그 지점의 植生分布와 밀접한 관계가 있다는 점에 착안하여 人工衛星 자료로부터 직접 실제증발산량을 구하는 방법을 개발한다. 또한 기후학적 측면에서의 물수지를 이용하여 過剩, 不足水分量에 대한 평가를 수행하고자 한다.

## 2. 식생분포

廣域面을 대상으로 한 식생상태의 파악을 위해서는 人工衛星자료의 이용이 대단히 유효하다. 人工衛星은 廣範圍를 정기적으로 관측하고 있으며, 다양한 sensor가 탑재되어 다양한 관측을 수행하고 있다. 식물의 活性度는 可視域, 近赤外域의 파장대에 잘 검출되며, NDVI는 NOAA/AVHRR data의 channel 1과 2의 산술연산에 의해 얻어진다. 이 NDVI는 유역내의 증발산량과 유출문제 등의 수문과정에 지배적인 역할을 담당하고 있다고 생각할 수 있다.

$$NDVI = \frac{Ch.2 - Ch.1}{Ch.2 + Ch.1} \quad (1)$$

여기서, Ch.1 : NOAA/AVHRR의 Channel 1(가시)의 반사율

Ch.2 : NOAA/AVHRR의 Channel 2(근적외)의 반사율

본 연구에서 이용된 위성data는 1989년 4월부터 11월까지의 NOAA/AVHRR data로서 積雪의 영향으로 지표면의 정확한 관측이 불가능한 겨울철의 data는 대상에서 제외하였다. 또한, 지상의 관측을 저해하는 요소가 되는 구름이 존재하는 경우, NDVI는 실제보다 대단히 낮아지게 된다. 따라서, 1개월에 3-4개의 맑은 날의 위성data를 선정하여 각 pixel별로 NDVI가 최대치를 나타내는 data를 선택하여 구름의 영향이 최소화된 NDVI화상을 작성하였다.

또한, 각 피복조건별로 고유의 특징적인 식생분포를 형성한다는 점으로부터 NDVI를 이용하여 한반도의 개략적인 피복분류를 수행하였다. 이것은 NDVI의 계절변화로부터 공통의 식생환경을 하나의 항목으로 분류하는 것으로, 각 항목별의 물수지를 산정하기 위한 것이다. 그 분류방법에 대해서는 신사철 등(1996)에 자세히 기술하고 있다.

### 3. NDVI에 의한 廣域蒸發散量의 추정

다양한 지표면과정이 관계하는 증발산량을 추정하기 위해서는 광역면에서의 토지이용상황, 수문조건을 고려하여 얻을 수 있는 인공위성data의 이용이 특히 유효하다. 어느 지점의 NDVI는 그 지점의 식생상태를 잘 반영하고 있으며, NDVI와 증발산량과의 기후조건 등의 밀접성에 착안하여 인공위성data를 이용하여 광역면에서의 증발산량을 추정한다.

申士澈 등(1995)에 의해 한반도와 같이 森林이 많은 지역에 있어서 NDVI와 증발산량과의 사이에는 선형관계가 성립된다는 것이 확인되었다. NDVI의 histogram이 식생의 계절변화를 잘 반영하고 있는 성질을 이용하여, NDVI를 어느 일정한 값으로 구분하여 각각의 pixel수를 變數로 하는 重回歸分析을 피복조건별로 年間을 통하여 실시함하여 어느 지점의 NDVI에 대응하는 증발산량을 구할 수 있다.

$$E = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^n e_i p_i \quad (2)$$

여기서, E : 평균증발산량(mm/mon)

P : 총pixel수

$e_i$  : NDVI에 대응하는 증발산량(mm/mon)

$p_i$  : 분할된 각 단계에서의 pixel수

n : NDVI의 분할수

본 해석을 수행하기 위해서는 실제증발산량을 구할 필요가 있다. 그러나, 현단계에서 복잡한 지형조건 등을 고려하여 직접 실제증발산량을 구하는 것은 불가능에 가깝기 때문에 기존의 방법을 이용하여 평균증발산량을 구하기로 한다. 본 연구에서는 보완관계식(Brutsaert and Stricker, 1979)에 의해 실제 증발산량을 구하였다. 보완관계식으로부터 구한 증발산량을 목적변수, 분할된 각단계의 NDVI의 pixel수를 설명변수로 하면, 회귀분석에 의해 n개의 회귀계수  $e_i$ 가 구해진다. 결국 어느 임의의 pixel에서의 NDVI를 위성data로부터 구해 놓으면,

그 NDVI에 대응하는  $e_i$ 의 값이 그 지점에서의 증발산량이 된다. 그 결과 얻어진 한반도의 증발산량의 분포를 그림-1에 표시하였다.

#### 4. 氣候學的 물收支의 評價

기후학적 물수지는 기후구분을 위하여 Thronthwaite에 의해 개발된 이래, 다양한 수문기상학적 문제의 定量的인 정보를 얻기 위한 하나의 방법으로 응용되어 왔다(Legates and Mather,1992). 물의 공급(강수)과 기후학적인 물수요(증발산량)와의 비교에 의해 복잡한 조건하에서의 물의 保留量 등의 정보가 파악가능하다. 여기서, 不足水分量(D)은 기후학적 수요량과 실제의 공급량과의 差로 정의된다. 또한, 過剩水分量(S)은 식물에 의한 수요량이상의 수분량으로 정의된다. 과잉수분량은 지하에 침투하는 量과 하천수에 의해 손실되는 수분으로 표면류와 중간류에 의한 유출량을 포함한다.

$$S_i = P_i - E_i \quad (3)$$

$$D_i = PE_i - P_i \quad (4)$$

여기서,  $S_i$  : 과잉수분량(mm/year),  $D_i$  : 부족수분량(mm/year),  $P_i$  : 강수량(mm/year),  $E_i$  : 실제증발산량(mm/year),  $PE_i$  : 가능증발산량(mm/year)이다.

이 관계를 이용하여 한반도에 있어서 1989년의 과잉수분량과 부족수분량을 구한 결과를 그림-2와 그림-3에 표시하였다. 영산강과 섬진강유역은 年間的 강수량이 많으며, 그에 따라 많은 量의 과잉수분량이 존재한다. 또한, 부족수분량은 그 逆의 현상이 나타나고 있다. 그러나, 두만강유역의 경우 년간의 강수량이 대단히 적으며, 과잉수분량은 거의 존재하지 않는다. 이로부터 두만강유역의 경우에는 대부분의 강수량이 증발산에 의해 손실되어, 하천유량이 대단히 적음을 알 수 있다.

#### 5. 결론

한국의 5대유역으로부터 얻어진 NDVI와 증발산량과의 관계를 이용하여, 한반도전역에 대한 1989년의 월별의 증발산분포를 구하였다. 그 결과로서, NDVI와 증발산량과의 관계로부터 기상정보 또는 수문정보를 전혀 얻을 수 없는 북한지역에 있어서도 위성data만으로 증발산분포를 용이하게 파악할 수 있다.

본 방법의 보다 높은 신뢰도를 얻기 위해서는 실제증발산량의 산정식으로서 이용된 보완관계식의 정확도의 재검토가 필요할 것이다. 이것은 금후 보다 장기간에 걸친 해석과 다양한 기상조건하에서의 검토의 수행을 필요로 한다. 또한, 기후학적 측면으로부터의 물수지에 대하여 검토를 수행하여 지역적인 수자원의 분포와 결손량을 파악함으로써, 현재 논의되고 있는 지구환경문제에 있어서 필수 불가결한 정보를 제공하고자 한다.

#### 참고문헌

1. 신사철, 최윤수, 안기원(1996), NDVI를 이용한 한반도의 피복분류, 대한토목학회 논문

문집, 16, III-2, pp.139-146.

2. Brutsaert,W. and Stricker,H.(1979), An advection-aridity approach to estimate actual regional evapotranspiration, *Water Res.*, 15, pp.443-450.
3. Legates,D.R. and Mather,J.R.(1992), An evaluating of the average annual global water balance, *Geographical Review*, 82, pp.253-267.
4. 申士澈, 澤本正樹(1995), 漢江流域における水文量の廣域空間特性の解析, *日本水文, 水資源學會誌*, 8(6), pp.560-567.

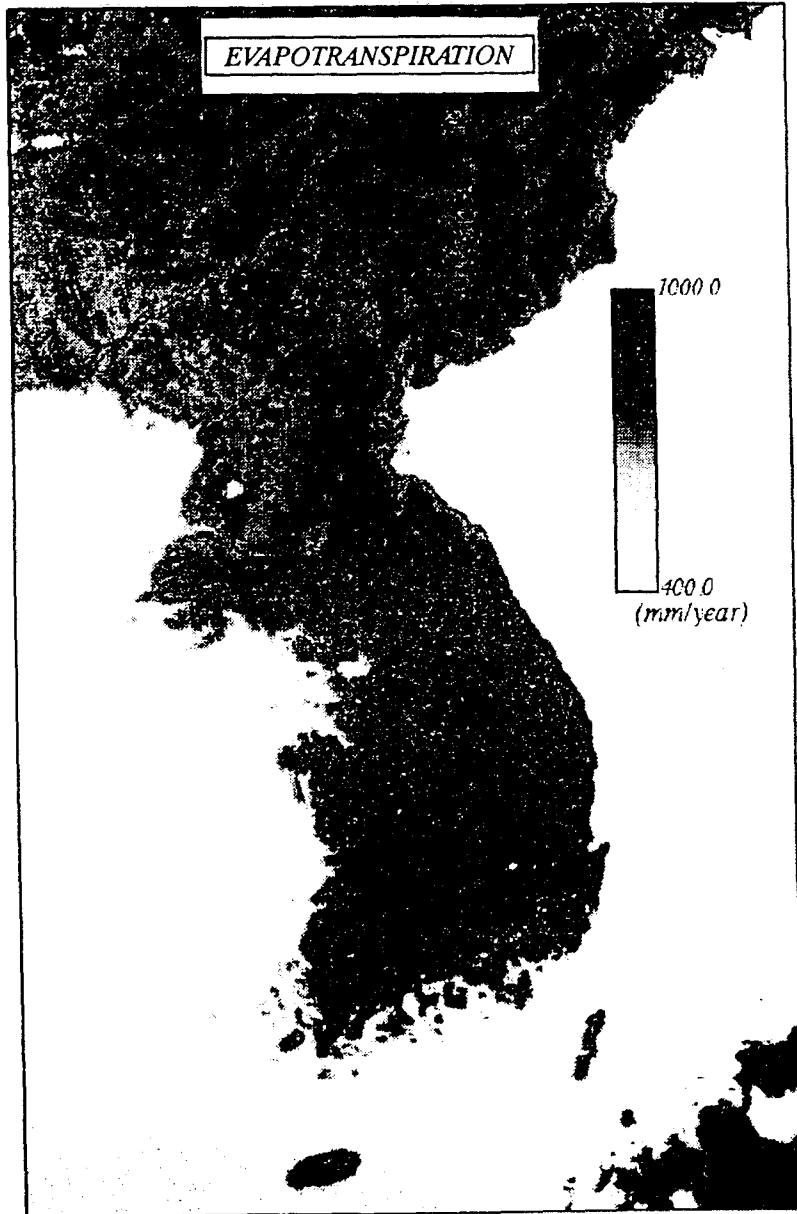


그림-1 한반도의 1989년의 증발산분포

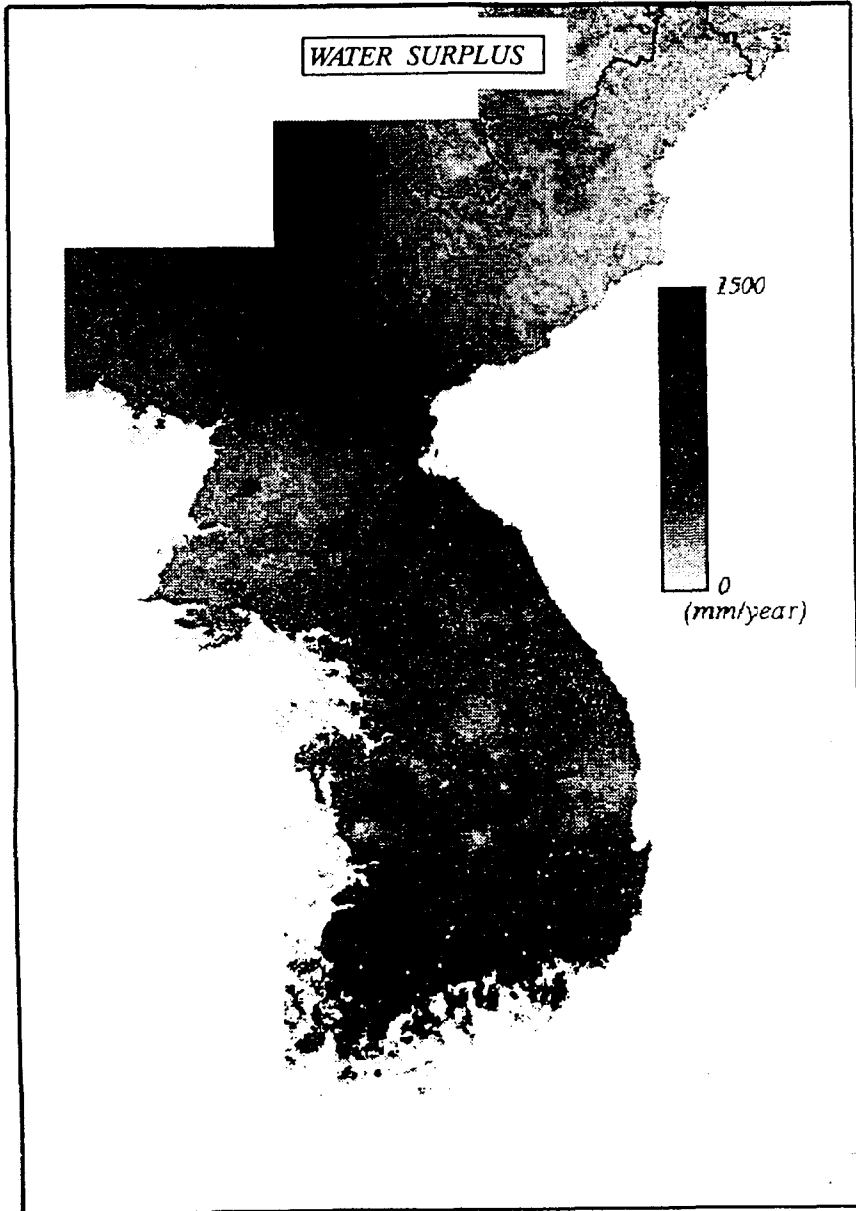


그림-2 과잉수분량의 분포

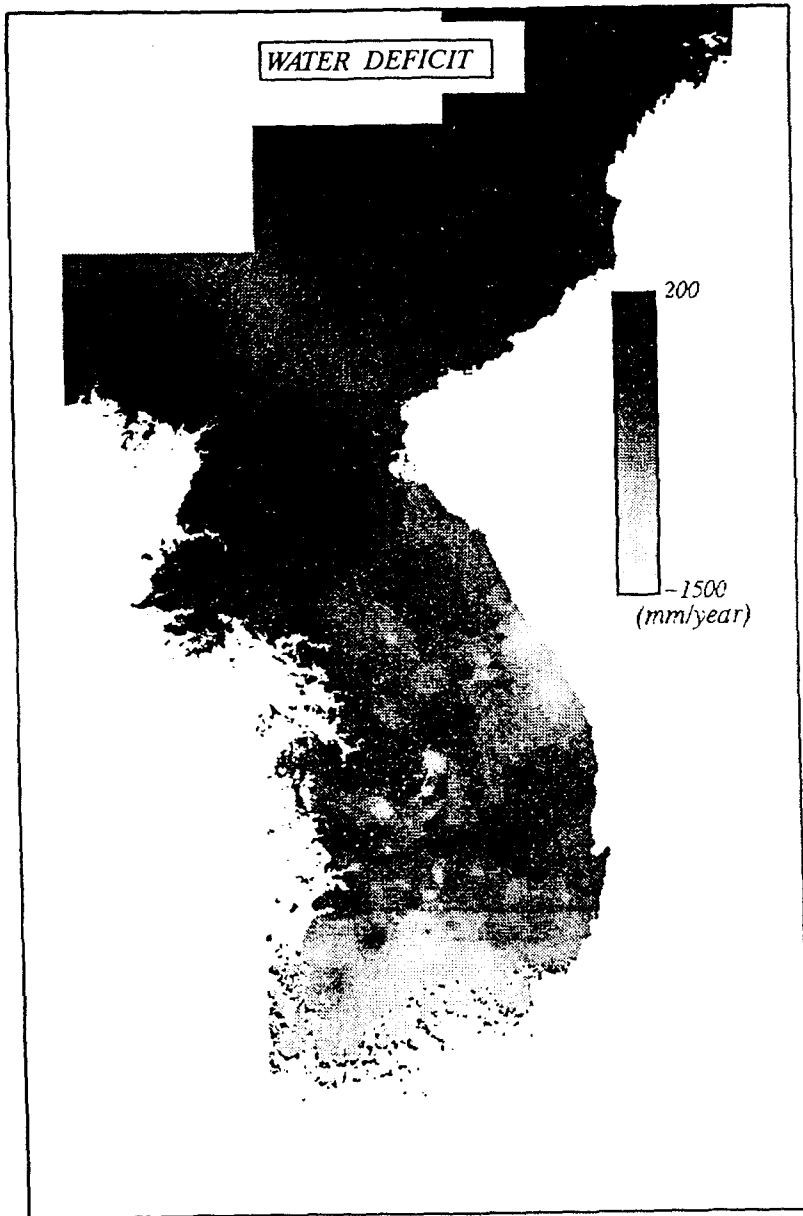


그림-3 부족수분량의 분포