

인공위성 data를 이용한 증발산량 추정

신사철

1. 서론

물순환과정에 있어서 증발산은 중요한 인자이며 현재의 시점에서 실증발산량을 구하는것은 불가능에 가까우며, 지금까지 수많은 방법이 제안되어 왔다. 그러나 이들의 방법은 제한된 지점의 기상정보를 이용한 추정방법으로서 광역지표면으로부터의 증발산량 혹은, 유역내에서의 공간적 분포의 추정은 곤란하여 인공위성data를 이용한 추정방법이 기대되어 왔다. 본 연구에서는 식생의 활성도가 증발산량과 거의 비례한다는 것에 착안하여 NOAA-AVHRR data로부터 식생의 량과 활성도를 나타내는 지표로서 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)를 구해, 이 NDVI와 증발산량의 상관관계로부터 한강유역에 대한 1989년의 증발산량을 추정하였다.

2. NDVI에 의한 피복분류

식물의 잎은 가시역을 흡수하고, 근적외역을 반사 또는 투과하는 성질이 있다. 이 성질을 이용해 AVHRR의 channel 1(가시역)과 channel 2(근적외역)의 반사율의 차를 취해 정규화하여 NDVI라 정의한다.

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

여기서, Ch.1은 Channel 1의 brightness이며, Ch.2는 Channel 2의 brightness이다. 이 NDVI가 클수록 식물의 양이 많으며, 활성도가 높은 것을 의미한다. 식물환경이 NDVI에 의해 정량적으로 평가되기 위해 다음과 같은 iNDVI을 사용한다.

$$iNDVI = \frac{\sum(NDVI_j \times d_j)}{\sum d_j}$$

Table. 1 한강유역의 피복상황

분류항목	pixel수	비율(%)
도시	433	2.00
논	1381	6.25
낙엽림	20111	91.10
상록림	85	0.39
기타	52	0.24

여기서, $NDVI_j$ 는 j번째의 NDVI이며, d_j 는 j번째의 관측일수 이다.

일본에 있어서, 피복조건에 따른 iNDVI의 변화는 美濃(1994)에 의해 조사되었으며, 그 결과를 바탕으로 적당한 iNDVI의 한계치를 부여함으로써 한반도에 있어서도 피복분류가 가능하다. 한강유역에 대한 피복분류 결과는 Table 1과 같다.

3. 증발산량의 산정

일반의 지상관측자료로부터 실증발산량을 직접 산정할 수 있는 보완관계식을 이용하여 한강유역의 증발산량을 산정한다. Brutsaert and Stricker에 의해 제안된 보완관계식은 다음식으로 주어진다.

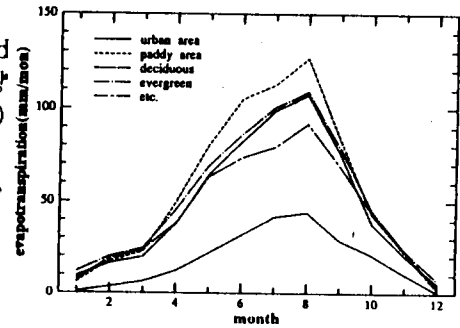
$$E_a = 2E_p - E_{pp}$$

$$E_p = 1.26 \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G + M)$$

$$E_{pp} = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (R_n - G + M) + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f(u)(e_s - e_a)$$

여기서, E_a : 유역실증발산량(mm/d), E_p : Priestly and Taylor의 가능증발량(mm/d), E_{pp} : Peman의 가능증발산량(mm/d), R_n : 순방사량($J/m^2/d$), G : 지중열 flux($J/m^2/d$), M : 이류항이다.

이 보완관계식을 이용하여 한강유역의 각 Mesh별, 피복분류별 증발산량을 계산한다. 여기서 얻어진 한강유역의 피복별 증발산량은 Fig.1과 같다.



4. NDVI에 의한 증발산량 추정

Fig. 1

증발산량을 지배하는 인자에는 기온, 풍속, 습도 등을 생각할 수 있지만, 이 모든 인자는 그 지점의 식생조건에 영향을 준다고 생각할 수 있다. 1989년의 4월부터 11월까지의 NDVI로부터 증발산량과의 상관관을 조사하기 위해 NDVI를 어느 일정한 값으로 구분하여, 각각의 지역에 대응하는 pixel수를 변수로 하는 다음식으로부터 증발산량의 공간분포를 알 수 있다.

$$E = \frac{1}{P} \sum e_i p_i$$

여기서, E 는 유역의 증발산량이며, P 는 총 pixel수, e_i 는 i 단계의 NDVI가 같은 pixel당의 증발산량, p_i 는 i 단계의 pixel수, n 은 NDVI의 단계수이다.

보완관계식에 의해 얻어진 증발산량을 E , 인공위성으로부터 구할 수 있는 p 를 1년을 통해 대입하여 회귀분석함에 의해 n 개의 NDVI지역에 대응하는 n 개의 e 가 구해진다. 결국, 어느 pixel에서 NDVI를 알면 그 pixel에 대응하는 e 의 값이 그 지점에서의 증발산량이 된다. 현재의 인공위성 data수로는 논을 제외하고는 $n=4$ 의 경우에 가장 좋은 결과를 얻었다. 또한, 각 pixel에서의 증발산량이 추정가능하므로 피복별 평균증발산량이 추정가능하다. 다섯개의 category에 대한 NDVI와 증발산량과의 관계는 Fig.2와 같다.

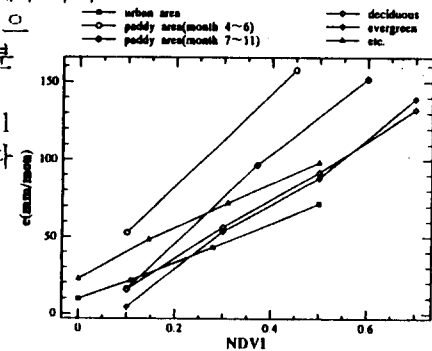


Fig.2 피복별 NDVI와 증발산량과의 관계

5. 결론

이상, NOAA-AVHRR data를 이용하여 1989년의 한강유역의 증발산량과 그 공간적인 분포를 추정하였다. 이것은 증발산량을 지배하는 인자가 식생에 의해 지배된다는 가정에 의해 개발된 방법이며, 이 가정이 실제의 현상에서도 큰 차이가 없을 것으로 기대하고 있다. 본 연구의 결과, NDVI의 histogram이 증발산량과 거의 비례관계가 있다는 것을 확인하였으며, NDVI만을 이용하는 방법이 된다면 인공위성data만을 이용하여 광역 지표면에 대한 증발산량을 용이하게 추정하는 것이 가능하게 된다.

6. 참고문헌

- 1) 申士澈·多田毅·風間聡·沢本正樹(1994): 韓国の蒸発散量空間分布の推定, 日本水工学論文集, Vol. 38, pp. 161~166.
- 2) 多田毅·風間聡·沢本正樹(1994): NDVIを用いた広葉樹林帯の蒸発散分布推定, 日本水文・水資源学会誌, Vol. 7, No. 2, pp. 114~119