

## 우리나라의 잠재증발산량 변동양상 예측모형 개발

엄기철 · 정필균<sup>1</sup> · 김태완<sup>2</sup> · 유성녕<sup>2</sup> · 박소현<sup>2\*</sup>

세종데이터해석연구원, <sup>1</sup>(주)환경수맥 부설 토양연구소, <sup>2</sup>국립 한경대학교

### Development of the Model to Estimate Potential Evapotranspiration in Korea

Ki-Cheol Eom, Pil-Kyun Jung<sup>1</sup>, Tae-Wan Kim<sup>2</sup>, Sung-Yung Yoo<sup>2</sup>, and So-Hyun Park<sup>2</sup>

Sejong Institute of Data Analysis (SEIDA), Suwon 443-766, Korea

<sup>1</sup>Soil Institute, Suwon 443-766, Korea

<sup>2</sup>HanKyong National University, Ansung, 456-749, Korea

The model to estimate potential evapotranspiration (PET) was developed using periodic function. Average PET during 30 years for 67 areas was 2.36 mm day<sup>-1</sup>, and those were distributed with the range of 1.42 ~ 3.45 mm day<sup>-1</sup>. The period of PET change was 16 ~ 32 years according to area.

**Key words:** Potential Evapotranspiration, Model, Period

## 서 언

우리나라는 연중 강수량의 70% 정도가 여름철에 내리는 특성을 갖고 있어 여름철의 풍부한 강수를 잘 보존하여 가을, 겨울 봄철의 물 부족에 대응하여 왔다 (Eom, 2010). 물 공급량인 강수량과 물 소모량인 잠재증발산량을 비교해보면 1월에서 4월까지의 강수량보다 잠재증발산량이 더 많고, 5월에서 9월까지의 강수량이 더 많다가 10월에서 12월까지의 다시 잠재증발산량이 많은 양상을 보이고 있다. 계절별로 보면 여름철의 경우 강수량은 1920년대 대비 2000년대 163.9 mm가 증가하여 이로인한 홍수피해가 빈발하였고, 봄철과 가을철 특히, 겨울철 37.4 mm의 강수부족으로 인해 가뭄피해가 심화되고 있다. 한편 기후변화로 강수량이 증가하게되면 유효물량이 증가하여 인공적으로 공급해 주는 관개용수량을 저감시키는 효과가 있다 (Eom, 1982, 1999, 2009).

농업용 수자원의 공급과 소모에 대한 대책마련으로 용수의 절약방법과 효율을 높일 수 있는 용수량 조절이 필수적이다. 이와 같은 필수적 관개용수량을 조절하기 위하여 증발산량의 산출자료를 기초로 하여 식물에서 대기로의 증발산 특성연구 (Hong et al., 1997), 작물별 적정 관수량의 실태조사 (정 등, 1981)가 시행된 바 있으며, Landast TM 자료를 이용한 광역 증발산량 추정 (Chae et al., 2000), 농업

용수 수요량 분석을 위한 잠재증발산량 공간분포 추정 (Yoo and Choi, 2006)등의 연구가 보고되었다. 하지만 기상조건이 다르기 때문에 대기의 증발요구량 (잠재증발산량)이 지역별, 시기별 차이에 의해 달라지기 때문에 관개용수량의 공급 정도도 달라지게 된다 (Klute, 1986).

실제 잠재증발산량은 여러 요인에 의해 정량화하기 어렵기 때문에 일반적으로 Lysimeter에서 실측한 값과 기상자료를 이용한 추정모형을 설정하여 산정하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 우리나라의 지역별 잠재증발산량 변동 양상을 예측하기 위하여 30년간 기상 관측소의 기상자료를 이용하여 관측된 자료의 소형, 대형 증발량 값을 이용하여 산정된 식을 바탕으로 우리나라 7개 지역에 대한 잠재증발산량의 변동양상을 분석하여 잠재증발산량의 변동양상을 추정할 수 있는 모형을 개발하고자 하였다.

## 재료 및 방법

본 연구를 위하여 잠재증발산량 (PET)값은 1979년부터 2008년까지의 최근 30년간 67개 지역별 순별 기상자료의 대형 pan증발량 (Eo)값을 이용하여 식 (1)에 근거하여 산출하였다.

식 (1)은 1982년부터 1988년까지 농촌진흥청 농업기술연구소 Lysimeter에서 실측한 PET값에 근거하여 대형 pan 증발량을 이용하여 추정할 수 있는 임정남 (1981)의 연구 결과를 적용하였다. 또한, 식 (1)의 Eo값은 소형 pan증발량 (Es)값과의 관계식인 식 (2)에 의하여 산출하였다. 식 (2)

접수 : 2011. 8. 30 수리 : 2011. 10. 14

\*연락처 : Phone: +821040229137

E-mail: dkdkt419@hanmail.net

는 지역별 과거 30년간 측정된  $E_o$ 값과  $E_s$ 값을 이용하여 해당 지역별로 회귀계수인 A와 B값을 구하여 적용하였다.

$$PET = 0.712 + 0.705 E_o \quad (1)$$

$$E_o = A + B E_s \quad (2)$$

(단, A와 B는 지역별 회귀계수)

전국 67개 지역의 순별 기상자료 중 우리나라 동서남북, 섬으로 지역적 특성에 의하여 7지역을 선정하였으며, 각 지역은 서울, 강릉, 대전, 목포, 부산, 여수, 울릉도 이다.

### 결과 및 고찰

우리나라 67개 지역의 1979년부터 2008년까지 최근 30년간 36개 순별 평균 일PET ( $\text{mm day}^{-1}$ )를 나타낸 Fig. 1에서 보면, 최대값은 5월 하순  $3.45 \text{ mm day}^{-1}$ 이었으며, 최소값은 1월 상순  $1.42 \text{ mm day}^{-1}$ 를 보였으며, 일년간 평균 일PET는  $2.36 \text{ mm day}^{-1}$ 이었다. 또한, PET범위 (Table 1)는 총 67개 지역중 23개의 지역이  $2.01 \sim 2.20 \text{ mm day}^{-1}$ 에 분포하였다.

우리나라의 7개 지역에 대하여 잠재증발산량의 최근 30년 기상자료와 식 ①에 의하여 산정된 PET값은 Table 2와 같다. 7지역에 대한 평균 PET는  $2.24 \text{ mm day}^{-1}$ 였다. 지역별로 구분해 보면 서울이  $1.97 \text{ mm day}^{-1}$ 로 가장 낮은 값을 나타냈고, 여수가  $2.60 \text{ mm day}^{-1}$ 을 가장 높은 값을 나타냈다.

연도별 기후변동은 일률적으로 증가 또는 감소하는 것이 아니라, 증감이 교차하기 때문에 (Fig. 2) 잠재증발산량을 추정하기 위한 모형은 주기성을 알 수 있는 식 (3)에 근거하여 측정된 기상자료와의 직선 회귀식의 상관관계를 통

해 통계적 유의성을 검정하면서 각 지역별 계수를 산정하였고 그 결과는 Table 3과 같다.

$$y = a + b \cdot \sin[(2\pi/c)x + d] \quad (3)$$

단, x는 년도, y는 PET, a, b, c, d는 계수 임

본 연구에서 개발된 지역별 PET 예측모형에 의한 PET의 변화주기는 표 4와 같으며, 지역별 기상자료 요인의 변화 양상을 분석하고자 하였으며, 잠재증발산량 변화주기는 16년~32년으로 지역별 변이가 크고, 여수가 32.1년으로 주기가 길었으며, 부산은 변화주기의 유의성이 없었다.

### 요 약

1. 최근 30년간 우리나라 67개 지역 전체의 평균 PET는  $2.36 \text{ mm day}^{-1}$ 이었다.
2. 우리나라 67개 지역의 년중 일평균 PET 범위를 분석한 결과  $1.42 \sim 3.45 \text{ mm day}^{-1}$ 이었으며, 그중 23개의 지역이  $2.01 \sim 2.20 \text{ mm day}^{-1}$ 의 범위에 속하였다.
3. 본 연구대상 7개 지역의 잠재증발산량 차이를 분석한 결과, 30년간 평균 PET는 서울이  $1.97 \text{ mm day}^{-1}$ 이었고, 여수는  $2.60 \text{ mm day}^{-1}$ 로 높았으며, 7개 지역 평균은  $2.24 \text{ mm day}^{-1}$ 이었다.
4. 우리나라 지역별 잠재증발산량 변동 양상을 예측할 수 있는  $y = a + b \cdot \sin[(2\pi/c)x + d]$  모형을 개발하였다.
5. 지역별 잠재증발산량 변화주기는 16년~32년으로 지역별 변이가 크며, 여수가 32.1년으로 주기가 길며, 부산은 변화주기의 유의성이 없었다.

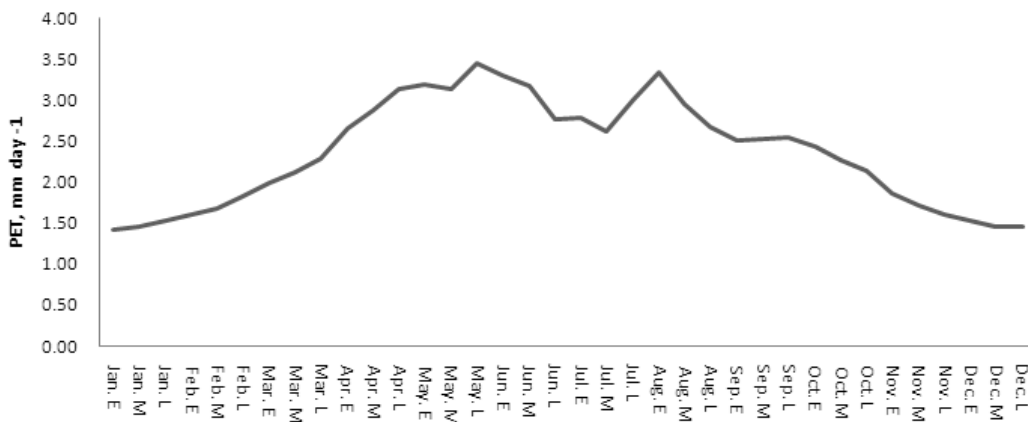


Fig. 1. Average PET during 30 years of 67 areas in Korea.

Table 1. Range of the average PET during 30 years for 67 areas in Korea.

$\text{mm day}^{-1}$	~2.00	2.01~2.20	2.21~2.40	2.41~2.60	2.61~2.80	2.81~3.00	3.01~	Sum
Area	3	23	21	7	4	5	4	67

**Table 2. Average PET (mm day<sup>-1</sup>) during 30 years of 7 areas.**

	Seoul	Gangneung	Daejeon	Mokpo	Busan	Yeosu	Ulleungdo
1979	2.19	2.49	2.34	2.27	2.30	2.53	2.18
1980	2.11	2.52	2.21	2.06	2.17	2.31	2.11
1981	2.08	2.44	2.29	2.23	2.42	2.47	2.24
1982	2.35	2.55	2.41	2.30	2.37	2.52	2.41
1983	2.14	2.41	2.26	2.16	2.26	2.45	2.40
1984	2.17	2.29	2.21	2.23	2.37	2.49	2.19
1985	1.99	2.32	2.13	2.13	2.21	2.37	2.09
1986	2.06	2.21	2.20	2.13	2.37	2.49	2.12
1987	2.08	2.43	2.10	2.06	2.22	2.36	2.26
1988	2.25	2.33	2.28	2.24	2.33	2.58	2.07
1989	2.15	2.29	2.21	2.16	2.17	2.52	2.08
1990	1.88	2.19	1.99	2.11	2.24	2.55	2.12
1991	0.62	2.36	2.06	2.09	2.11	2.46	1.99
1992	0.62	2.34	2.17	2.18	2.23	2.67	1.93
1993	0.62	2.31	2.04	2.00	2.05	2.47	1.90
1994	0.62	2.68	2.36	2.35	2.45	2.89	2.27
1995	2.26	2.49	2.37	2.17	2.23	2.91	2.20
1996	2.25	2.40	2.30	2.13	2.28	2.65	2.08
1997	2.30	2.46	2.39	2.30	2.30	2.79	2.37
1998	2.17	2.15	2.08	2.26	2.19	2.60	2.17
1999	2.30	2.28	2.17	2.36	2.28	2.66	2.23
2000	2.19	2.29	2.03	2.25	2.23	2.87	2.14
2001	2.31	2.43	2.15	2.23	2.26	2.83	2.49
2002	2.23	2.37	2.06	2.02	2.07	2.62	2.28
2003	2.09	2.07	1.82	1.89	1.82	2.57	2.16
2004	2.25	2.44	2.06	2.24	2.06	2.80	2.37
2005	2.18	2.34	2.01	2.08	2.21	2.66	2.44
2006	2.21	2.25	2.05	2.03	2.14	2.56	2.26
2007	2.11	2.18	1.99	2.07	2.38	2.72	2.22
2008	2.32	2.29	2.05	2.11	2.42	2.77	2.19
Ave.	1.96	2.36	2.16	2.16	2.23	2.60	2.20
Max.	2.35	2.68	2.41	2.36	2.45	2.91	2.49
Min.	0.62	2.07	1.82	1.89	1.82	2.31	1.90

**Table 3. The model to estimate of PET according to area.**

Area	Model
Seoul	$Y = 1.9 + 0.4 \cdot \sin [ (2\pi/16.1)x + 6.3 ]$
Gangneung	$Y = 2.4 + 0.1 \cdot \sin [ (2\pi/16.1)x + 6.3 ]$
Daejeon	$Y = 2.2 + 0.1 \cdot \sin [ (2\pi/15.8)x - 6.3 ]$
Mokpo	$Y = 2.2 + 0.1 \cdot \sin [ (2\pi/15.8)x - 6.3 ]$
Busan	$Y = 2.2 + 0.1 \cdot \sin [ (2\pi/10.6)x + 0.0 ]$
Yeosu	$Y = 2.6 + 0.2 \cdot \sin [ (2\pi/32.1)x + 6.3 ]$
Ulleungdo	$Y = 2.2 + 0.1 \cdot \sin [ (2\pi/31.2)x - 6.3 ]$

\*Y : Estimate Potential Evapotranspiration PET, x : Actual evaporation

**Table 4. The period of PET (year).**

Seoul	Gangneung	Daejeon	Mokpo	Busan	Yeosu	Ulleungdo
16.1	16.1	15.8	15.8	Ns	32.1	31.2

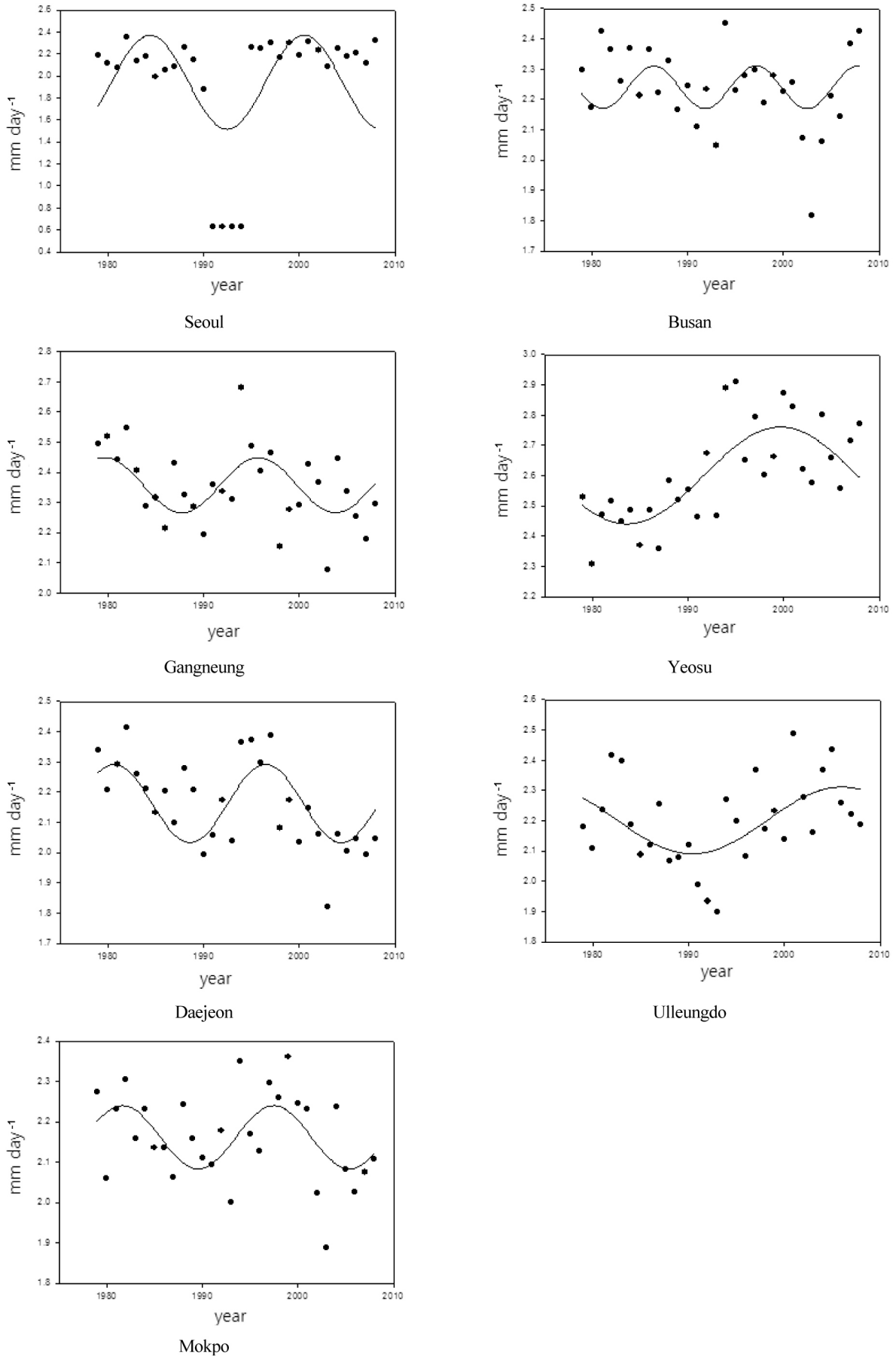


Fig. 2. The Periodic change of average PET (mm day<sup>-1</sup>) during 30 years.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호 : PJ0067962011)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## 인 용 문 헌

- Chae, H.S., Y.S. Song, and T.J. Park. 200. An assessment of areal evapotranspiration using landsat TM data. J. Korea Water Resource Association 33(4):471-482.
- Eom, K.C., P.K. Jung, M.H. Koh, S.H. Kim, S.Y. Yoo, S.H. Park, S.O. Hur, and S.K. Ha. 2010. Water saving irrigation manual of spring chinese cabbage. Korean J. Soil Sci. Fert. 43(6):812-822.
- Eom, K.C., S.K. Ha, S.O. Hur, Y.S. Jung, and K.S. Ryu. 2009. Soil water. Korean J. Soil Sci. Fert. 42(S):102-125.

- Hong, J.K., T.J. Choi, and J. Kim. 1997. Evapotranspiration from plants into the atmosphere: micrometeorological perspectives. J. Korean Meteorological Society 33(3):569-579.
- Klute, A. 1986. Water Retention : Laboratory Methods, in Methods of Soil Analysis. Madision. Wisconsin. USA. pp. 635-622.
- Yoo, S.H. and J.Y. Choi. 2006. Estimation of spatial distribution of PET for agricultural water demand analysis. KCID J. 13(1):39-49.
- 농촌진흥청. 1982~1996. 농업과학기술원 토양물리과. 시험연구보고서
- 엄기철, 오동식, 송관철, 조인상, 서동욱. 1999. 밭작물 물 관리 지침서. 농촌진흥청 농업과학기술원. 65권.
- 임정남. 1987. 기상자료에 의한 배추의 생육시기별 토양 수분 증발산량 및 수량 추정모형에 관한 연구. 서울대학교 대학원 농학박사 학위논문. pp. 27-34.
- 정영상, 정두호, 임정남. 1981. 원예작물 관개실태 조사. 농기연보고서 : 282-295.