

# 수문조사사업(증발산량조사)

## 1. 추진배경

### 1.1 수문조사의 필요성

- 물 순환 과정을 정량적으로 파악하기 위하여 물 순환 요소를 관찰하고 측정하는 것으로 하천의 수위·유량·유사량 및 하천유역의 강수량·토양수분량·증발산량을 과학적으로 조사·분석
- 물의 이수(利水), 치수(治水), 환경(環境)을 위한 수자원의 이용, 홍수피해방지, 수질관리 등 국가 수자원관리의 기초자료로 활용

### 1.2 법적근거

- 하천·댐·지하수 등 특정 시설·공간 위주로 시행되고 있는 수자원의 조사, 수자원계획의 수립·집행 및 수자원 관리 효율화 업무를 전 국토 공간에 대하여 체계적·통합적으로 시행하도록 함으로써 수자원을 과학적으로 관리하고 홍수·가뭄 등 물 관련 재해로부터 안전한 국민 생활환경을 조성하고,
- 수문조사 자료를 안정적으로 생산·제공하기 위해 수문조사 전담 기관을 지정·운영하도록 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」(이하 「수자원법」)이 제정(2017.1.18.)·시행(2017.7.18.)됨
- 「수자원법」 제9조(수문조사의 실시)에 따라
- 수자원의 조사, 수자원에 관한 계획 수립, 하천의 유지, 하천시설의 설치 및 각종 구조물 설계, 하천 주변지역의 이용 및 관리, 홍수 및 갈수 예보, 그 밖에 수자원관리에 필요한 사항 등을 위하여 수문 조사 실시

## 2. 증발산량조사

### 2.1 개요

- (목적) 신뢰성 있는 증발산량을 조사하고 이를 통한 물의 손실을 정량화하여, 효율적인 국가의 수자원 계획 수립 및 물 순환 과정의 규명 등에 필요한 기초자료 제공
- (정의) 수표면, 토양면, 식물의 엽면을 통해 대기 중으로 방출되는 증발량과 증산량의 합인 증발산량을 조사하고 분석하는 것
- (사업근거) 「수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률」 제9조, 환경부고시 제2018-95호 「수문조사 전담기관의 지정 및 운영에 관한 규정」
- (사업범위) 한강 수계 증발산량관측소 2개소
- (필요성) 물 순환과 강우-유출모형의 검증과 개발, 수자원 계획 및 개발, 작물의 소비수량 산정, 수자원의 손실량 산정 등에 이용되는 기본 자료

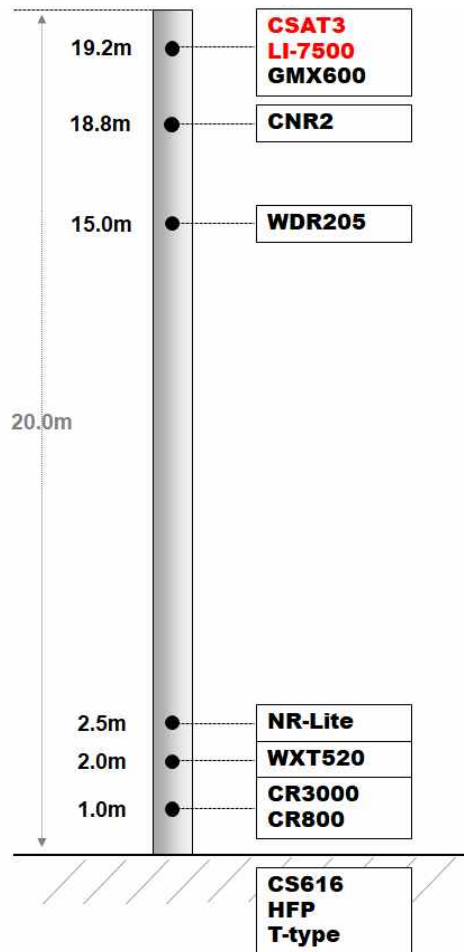
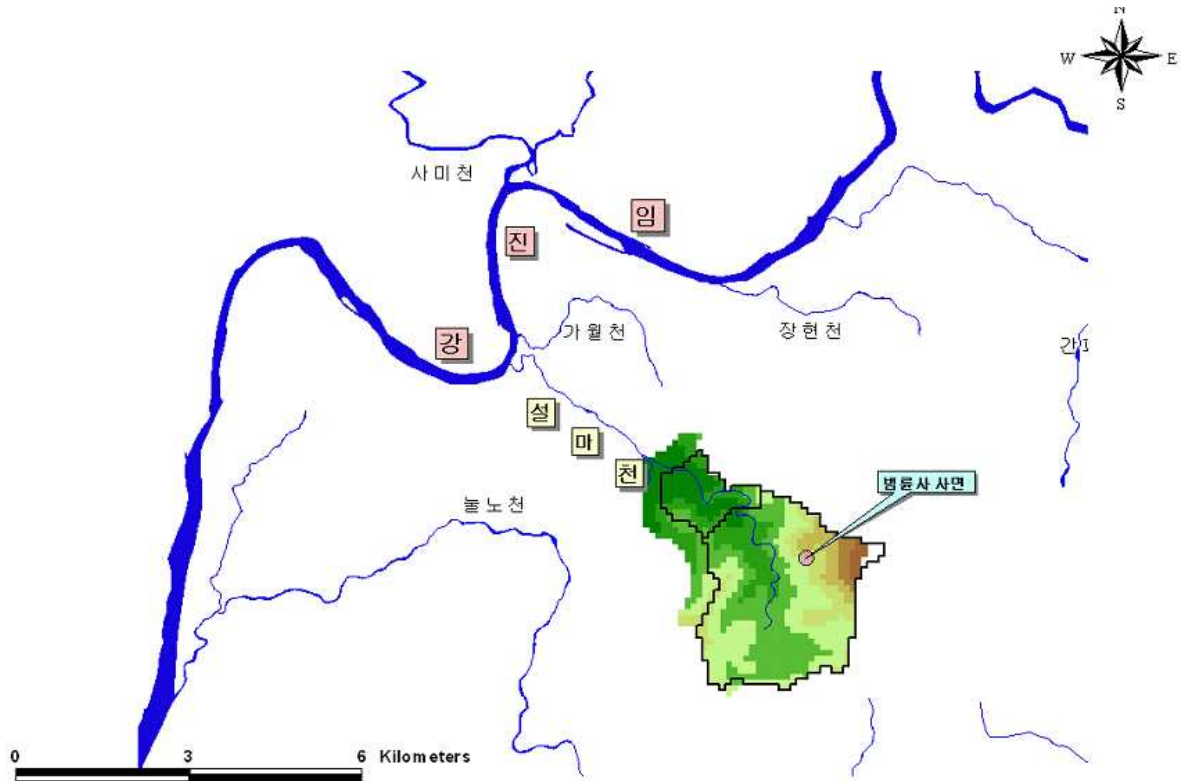
### 2.2 사업내용

- 한강유역(파주시(설마리), 여주시(관한리)) 2개소

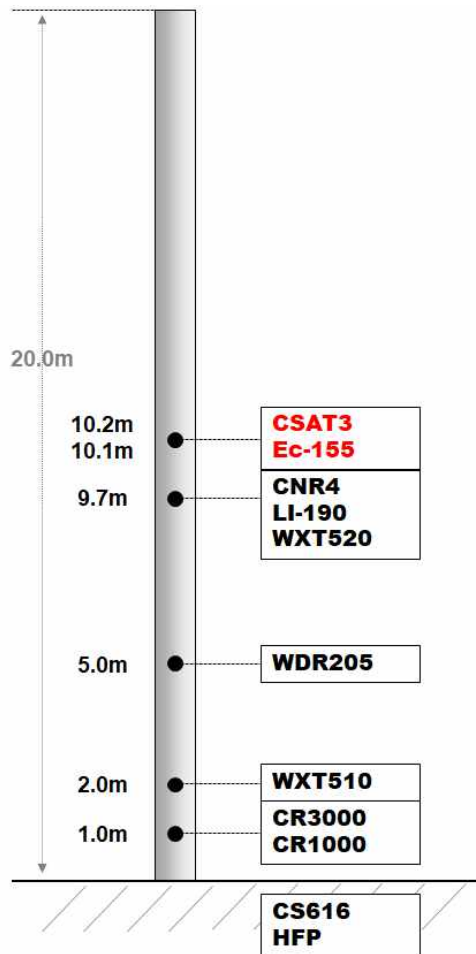
구 분	'22년					'21년	증감	비고
	한강	낙동강	금강	영산강	계			
토양수분량	2	-	-	-	2	2	-	

- 대상 지점 위치

수계명	하천명	관측소 위치	관측항목	개소수
한강	임진강	경기도 파주시 적성면 설마리 감악산	증발산량 및 관련 미기상자료	1
한강	한강	경기도 여주시 점동면 뇌곡리	증발산량 및 관련 미기상자료	1



증발산량조사 지점 및 시스템 설치 현황도(파주시(설마리))



증발산량조사 지점 및 시스템 설치 현황도(여주시(관한리))

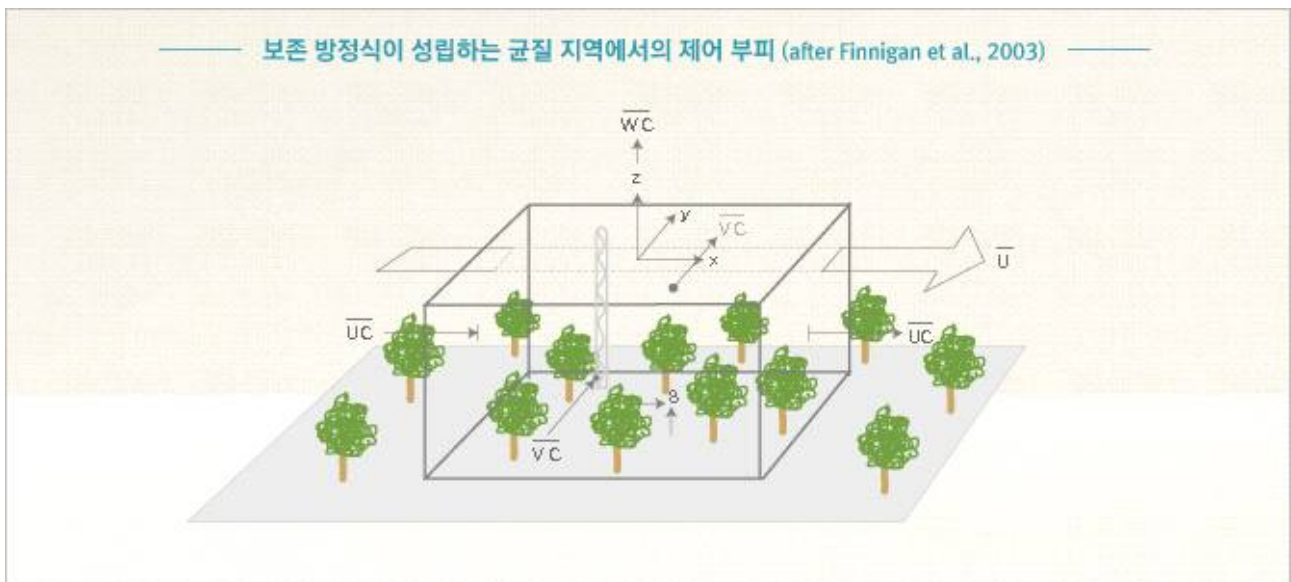
## 2.3 증발산량 관측 원리

- (플럭스 관측 원리) 플럭스(flux)는 물질이 단위 시간당 단위 면적당 이동되는 양
- 기술원은 에디공분산 방법으로 측정
  - 에디공분산 방법 : 난류의 연직 플럭스와 수증기 농도를 측정하여 보존방정식에 근거하여 증발산량 계산

$$NEE_{H_2O} = \underbrace{\int_0^h \left[ \frac{\partial \bar{c}}{\partial t} \right] dz}_{\text{I}} + \underbrace{\left( \overline{w'c'} \right)_h}_{\text{II}} + \underbrace{\int_0^h \overline{w(z)} \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} dz}_{\text{III}} + \underbrace{\int_0^h \overline{u(z)} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} dz}_{\text{IV}}$$

여기서,  $NEE_{H_2O}$ 는 증발산(또는 수증기 플럭스, 즉 단위 시간당 단위 면적당 관측 높이 하부의 식생 군락이 대기와 교환한 순 수증기량),  $c$ 는 수증기 농도,  $u$ 와  $w$ 는 유선 속도와 연직 속도,  $h$ 는 관측 높이,  $\bar{\quad}$ 는 시간 평균,  $'$ 는 평균으로부터의 변동분

- (I)항은 저류항으로 관측 높이 아래에 저장된 수증기양
- (II)항은 에디 공분산항으로 연직 풍속과 수증기 농도의 공분산으로 계산되는 난류 수증기 플럭스를 나타냄
- (III)항과 (IV)항은 각각 연직 이류항과 수평 이류항으로 연직 혹은 수평적으로 발생하는 수증기 농도 차가 연직 혹은 수평적으로 이류되는 수증기 양을 나타냄



## 2.4 증발산량 관측 시스템

### ○ 파주시(설마리) 관측장비

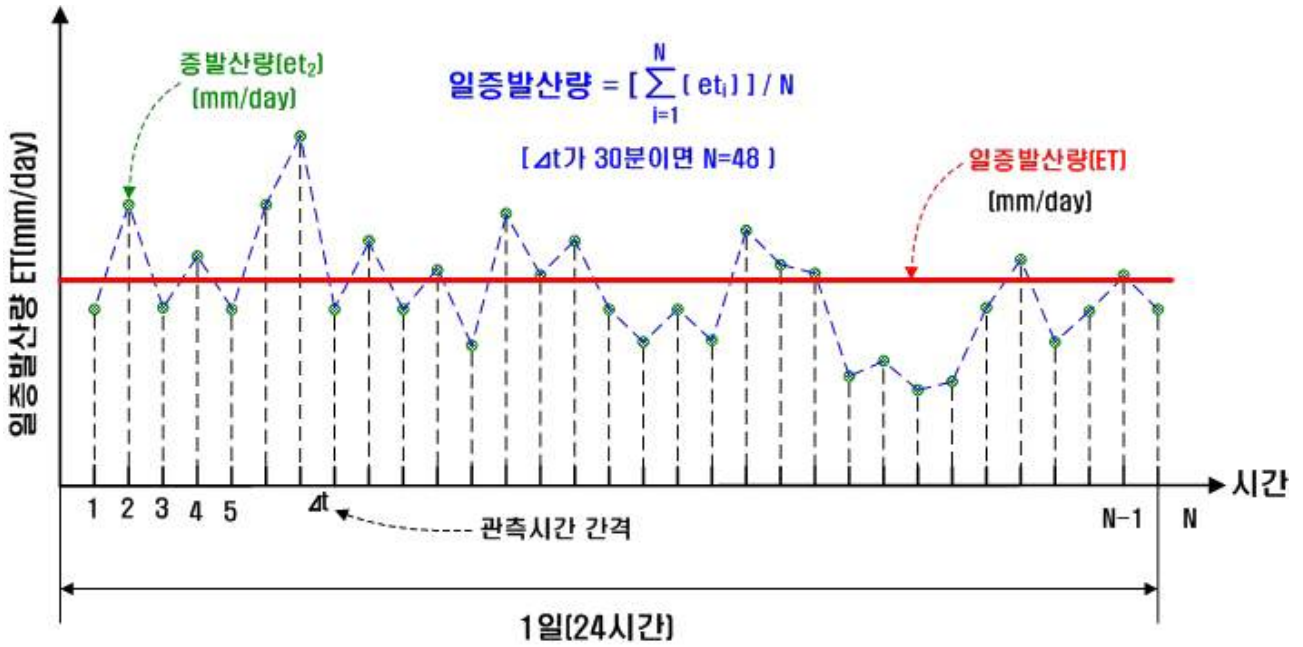
기기목록	기기모델	관측높이	관측 목록
3차원 초음파 풍향풍속계	CSAT3	19.2m	풍향·풍속(군락 상부)
고속반응 기체분석기	LI-7500	19.2m	수증기·이산화탄소 농도 관측
순복사계	CNR2	19.2m	순단파·장파복사·순복사 (군락 상부)
순복사계	NR-LITE	2.5m	순복사(군락 하부)
강우량계	WDR-205	15.0	강우량
자동기상시스템	GMX600	19.2m	풍향·풍속·대기온도·상대습도 ·기압·강수(군락 상부)
	WXT520	2.0m	풍향·풍속·대기온도·상대습도 ·기압·강수(군락 하부)
토양온도센서	Thermocouple (T-Type)	-0.0-0.05m -0.05-0.1m -0.1-0.2m	토양 온도
토양열플럭스센서	HFT	-0.08m	토양열 플럭스
토양수분센서	CS616	-0.1m	토양수분
자료기록기	CR3000, CR800	1.0m	자료기록

○ 여주시(관한리) 관측장비

기기목록	기기모델	관측높이	관측 목록
3차원 초음파 풍향풍속계	CSAT3	10.2m	풍향·풍속
폐회로 기체분석기	EC-155	10.1m	수증기, 이산화탄소
순복사계	CNR4	9.7m	순단파·장파복사·순복사
강우량계	WDR-205	5.0	강우량
자동기상시스템	WXT520	2.0m	풍향·풍속·대기온도·상대습도 ·기압·강수
	WXT510	9.7m	풍향·풍속·대기온도·상대습도 ·기압·강수
토양수분센서	CS616	-0-0.3m	토양수분
	CS616	-0-0.3m	
토양온도센서	TCAV	-0.05-0.10m	토양온도
	TCAV	-0.20-0.30m	
	TCAV	-0.50-0.60m	
자료집록기	CR3000, CR1000	1.0m	자료집록

## 2.5 증발산량 자료 생산

- 에디공분산 시스템에서 30분 간격으로 자료를 관측하였다면 일증발산량은 30분 간격의 증발산량 자료 총 48개를 더해서 자료수(48개)로 나누어 주면 산정





단위(mm)

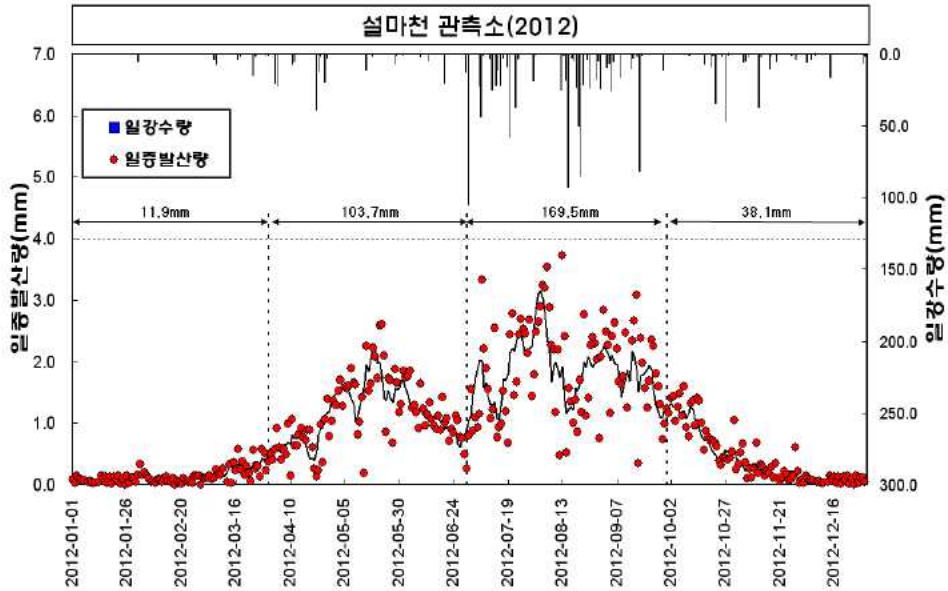
번	월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
1		01	03	0.1	05	1.3	1.8	0.8	25	2.8	1.2	0.3	0.1
2		00	02	0.1	04	1.5	1.7	1.6	27	2.5	1.4	0.3	0.0
3		01	02	0.1	06	1.7	1.8	0.9	29	2.3	1.4	0.5	0.2
4		01	02	0.1	09	1.3	1.9	1.1	32	1.2	1.0	0.7	0.1
5		01	01	0.1	06	1.6	1.2	0.9	32	2.4	1.3	0.4	0.1
6		01	00	0.1	04	1.6	1.3	1.1	35	2.6	1.5	0.1	0.1
7		00	01	0.2	06	1.6	1.2	3.3	29	2.2	1.1	0.3	0.0
8		00	00	0.2	05	1.9	0.9	2.2	23	1.7	1.6	0.1	0.0
9		01	01	0.2	1.0	1.7	1.7	1.9	22	1.6	0.9	0.3	0.1
10		00	01	0.3	0.1	1.6	1.2	1.6	12	1.8	0.8	0.7	0.0
11		00	00	0.0	1.1	0.8	1.0	1.1	22	2.5	1.3	0.2	0.0
12		00	01	0.0	0.6	1.0	1.1	1.2	05	1.2	1.4	0.3	0.0
13		00	0.1	0.3	0.6	1.4	1.3	2.5	37	0.0	1.0	0.3	0.0
14		01	0.1	0.0	0.8	0.2	1.1	0.8	24	2.3	1.4	0.1	0.1
15		01	0.0	0.4	0.9	2.3	1.0	0.9	05	2.7	1.4	0.2	0.1
16		01	01	0.2	0.8	1.5	0.9	1.0	16	3.1	1.0	0.2	0.1
17		00	00	0.6	0.7	1.6	1.1	1.5	13	0.4	0.6	0.3	0.0
18		01	01	0.2	0.9	2.2	0.9	1.2	1.0	2.4	0.9	0.1	0.1
19		00	00	0.4	0.9	2.1	1.4	0.7	14	2.0	0.8	0.3	0.0
20		01	0.0	0.2	0.6	1.7	1.0	2.4	0.9	1.6	0.7	0.1	0.1
21		01	01	0.3	0.3	2.6	1.1	2.8	1.7	1.2	0.7	0.1	0.1
22		01	01	0.2	0.1	2.6	0.7	1.5	1.2	1.7	0.7	0.1	0.1
23		00	0.1	0.1	0.2	2.1	0.9	1.7	28	2.4	0.6	0.2	0.0
24		01	01	0.6	1.0	0.9	0.8	2.5	1.1	2.3	0.4	0.2	0.1
25		00	00	0.3	0.4	1.7	1.1	2.7	1.4	1.8	0.3	0.1	0.0
26		01	0.2	0.3	1.1	1.7	1.0	2.5	2.3	1.6	0.5	0.1	0.1
27		00	01	0.1	1.4	0.7	0.8	2.5	2.4	1.3	0.4	0.1	0.0
28		01	0.1	0.6	0.8	1.9	0.8	2.1	2.3	0.7	0.4	0.6	0.1
29		01	0.0	0.5	1.0	1.7	0.5	2.7	2.0	1.0	0.4	0.2	0.1
30		00		0.2	1.4	1.2	0.3	1.4	0.8	1.2	0.5	0.0	0.0
31		0.2		0.4		1.3		1.8	2.1		1.0		0.2
월최대		0.2	0.3	0.6	1.4	2.6	1.9	3.3	3.7	3.1	1.6	0.7	0.2
월최저		0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.7	0.5	0.0	0.3	0.0	0.0
월평균		0.1	0.1	0.2	0.7	1.6	1.1	1.7	2.0	1.8	0.9	0.2	0.1
월중발산량		1.9	2.6	7.4	21.2	49.0	33.5	52.9	62.2	54.5	28.6	7.5	2.0
연중발산량		323.3											

\* 진한체는 관측값, 연한체는 모의값(gap-filled data)임

## 2.6 증발산량 자료 분석

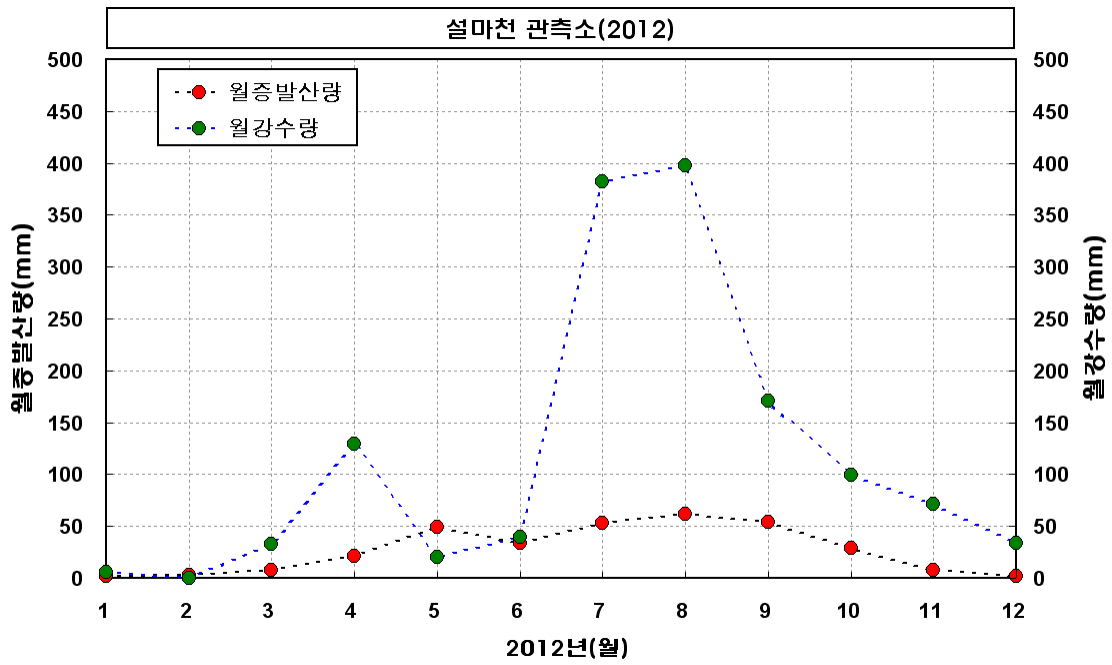
- (일증발산량) 해당 년의 일증발산량 자료가 생산되면 통계량과 시계열의 특성을 파악해서 일증발산량의 변동성을 분석

일증발산량(mm)					
설마천 관측소	최대	최소	평균	표준편차	1년 누계
	3.7	0.0	0.9	0.9	323.3



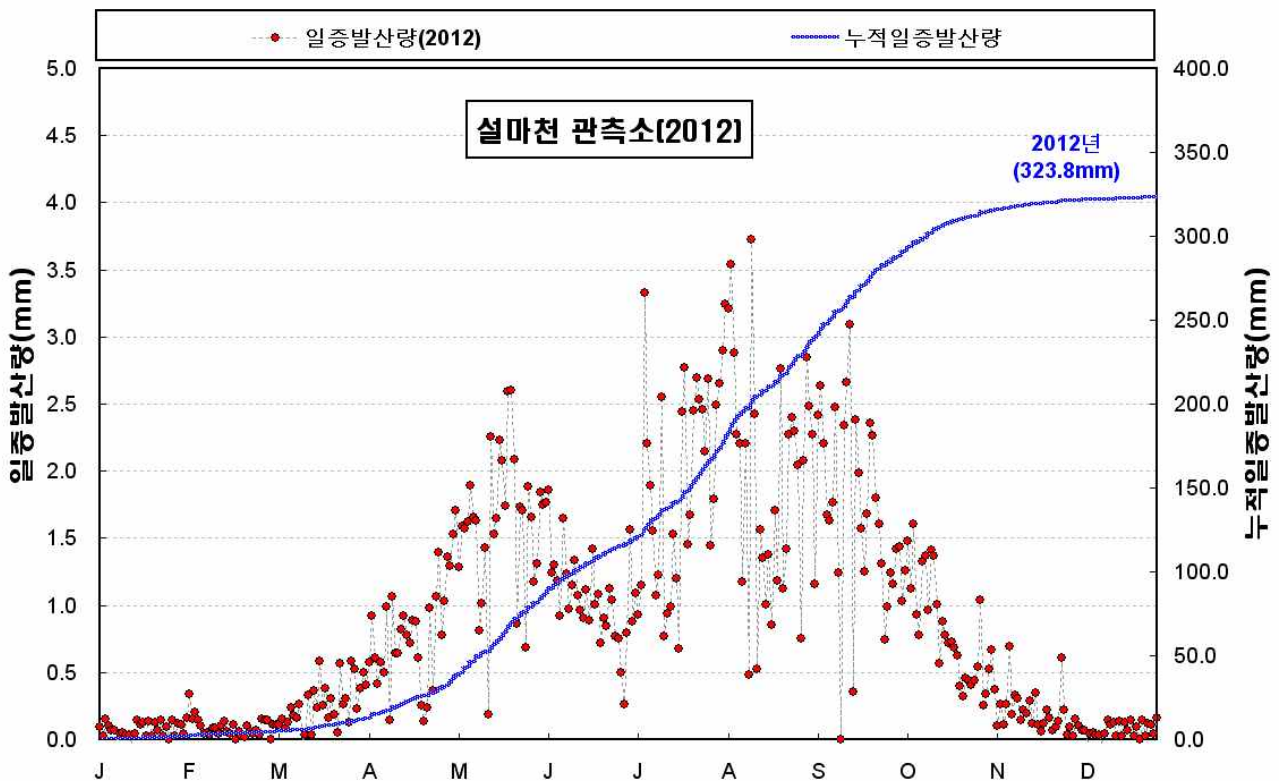
- (월증발산량) 해당 년의 월증발산량 자료가 생산되면 해당 년의 월증발산량의 시간적 변동성을 분석

월	월증발산량 (mm)	월강수량 (mm)	월강수량 대비 증발산 비율(%)	월별 증발산 비율(%)
1월	1.9	5.6	33.9	0.6
2월	2.6	0.1	2,600.0	0.8
3월	7.4	32.9	22.5	2.3
4월	21.2	129.0	16.4	6.6
5월	49.0	20.2	242.6	15.2
6월	33.5	39.9	84.0	10.4
7월	52.9	382.5	13.8	16.4
8월	62.2	397.7	15.6	19.2
9월	54.5	170.6	31.9	16.9
10월	28.6	99.8	28.7	8.8
11월	7.5	71.2	10.5	2.3
12월	2.0	33.9	5.9	0.6
합계	323.3	1,383.4	-	100.0
평균	26.9	115.3	23.4*	8.3
최대	62.2	397.7	-	19.2
최소	1.9	0.1	-	0.7
표준편차	23.0	138.2	-	7.1



○ (연증발산량) 해당 년의 연증발산량 자료가 생산되면 연강수량 대비 증발산량 비율을 산정

연도	연증발산량(mm)	연강수량(mm)	비율(%)
2012년	323.3	1,383.4	23.4



- (경년적 변화 특성 분석) 증발산량의 규모와 증발산 비율의 변동에  
주안점을 두고 분석

연도	연증발산량(mm)	연강수량(mm)	비율(%)
2008년	471.7	1,777.0	26.5
2009년	408.4	1,430.5	28.5
2010년	489.4	1,621.0	30.2
2011년	387.0	2,043.0	18.9
2012년	323.3	1,383.4	23.4
평균	416.1	1,651.0	25.5
최대	489.4	2,043.0	30.2
최소	323.3	1,383.4	18.9
표준편차	67.0	269.6	4.5

