

# 라이시미터를 이용한 밭에서의 유효우량 산정

## Evaluation of the Effective Rainfall on Upland by Lysimeter

박 승 찬\*(서울대), 정 하 우(서울대), 최 진 용(서울대)  
Park, Seung Chan · Chung, Ha Woo · Choi, Jin Yong

### Abstract

The evaluation of the effective rainfall is important in the design and operation of irrigation systems. But the definition of the effective rainfall and the method for the estimating effective rainfall is various for each purpose. In this paper, the effective rainfall was defined as amount of rainfall which is remained in the effective soil depth that can be use to consumptive use of crop during growing season. The soil moisture was measured by Neutron prob for the effective rainfall estimation, and the experiment was conducted for mulched and non-mulched condition of lysimeter during growing season. By the result of analysis and the former definition, the effective rainfall was estimated to be 37.2% for the mulched lysimeter and 40.7% for the non-mulched lysimeter.

### I. 서론

우리나라의 경우 연강우량 중 많은 부분이 여름에 집중된다. 그리고 지역적 분포가 고른 것도 아니어서, 인위적인 관개의 필요성이 늘어나고 있다. 이러한 밭관개 계획은 수립하고자 할 경우, 초기 관개시기 및 관개량을 결정하기 위해 정확한 유효우량의 산정이 필요하다. 정확한 유효우량의 산정은 관개수의 절약, 작물의 정상적인 생육으로 인한 품질향상 및 수확량 증대, 관개시설의 경제적인 규모를 결정하는데 도움이 된다.

유효우량은 각각의 목적에 따라서 다르게 정의하고 있으나 본 연구에서는 작물의 생육기간 중에 작물의 소비수량에 사용되어진 우량을 유효우량으로 정의하였다. 이는 밭작물의 경우 필요수량, 즉 작물의 소비수량과 포장의 정지, 제염 등에 소요되는 수량 중에서 소비수량이 대부분을 차지하기 때문이다.

밭에서 유효우량을 산정하는 방법은 크게 직접 토양수분의 변화량을 측정하여 유효우량을 정하는 방법과 넓은 지역의 장시간 관찰을 통해 얻어진 식이나 표 등을 이용하여 유효우량을 산정하는 방법, 그리고 토양수분 물수지를 이용한 전산모형을 통하여 유효우량을 산정하는 방법이 있다. 최근에는 토양수분 물수지를 이용한 전산모형이 많이 개발되고 있다. 하지만 이런 전산모형을 검증할 정확한 유효우량이 부족하다.

본 연구의 목적은 라이시미터를 이용하여 측정된 토양수분자료를 바탕으로 유효수량을 산정하고 이를 발판개 계획에 활용하고자 하는 것이다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 토양수분의 측정

#### 가. 라이시미터의 설치

밭에서의 토양수분을 측정하고자 수원시에 위치한 서울대학교 농업생명과학대학내의 포장에서 실험을 실시하였으며 라이시미터의 구조와 배치는 Fig. 1., Fig. 2.와 같다.

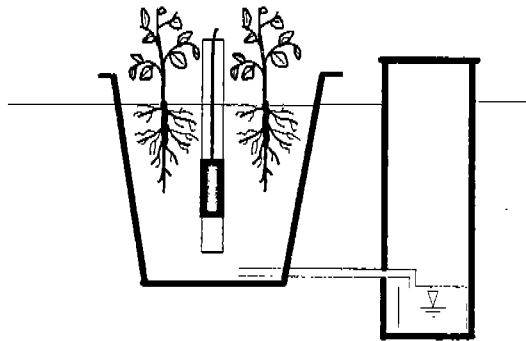


Fig. 1. 라이시미터의 구조

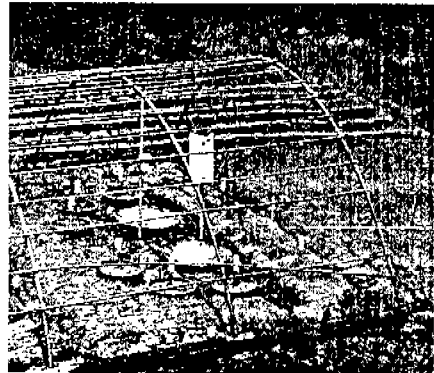
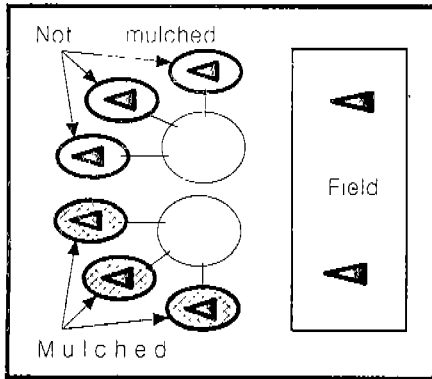


Fig. 2. 실험포장의 배치 및 전경

라이시미터의 토양은 체분석실험 결과 사양토로 분석되었으며 고추를 심어 5월 초에서 8월 말까지 측정하였다.

#### 나. 토양수분 측정

각 라이시미터별로 토심에 따라 3개의 zone으로 구분하였으며, 이를 각 토양면에서 깊이 20cm까지를 zone1, 20~40cm를 zone2, 40~60cm를 zone3으로 구분하여 매일 4~6시 사이에 토양수분을 측정하였다. 측정에 사용된 중성자 수분 측정기는 Boart Longyear사의

Hydroprobe 503모델이다.

중성자법에 의해 구해진 자료를 보정하기 위해 결정계수  $R^2$ 이 0.80인 선형식<sup>3)</sup>을 사용하였다.

$$\text{Soil Moisture(Vol.\%)} = 24.998 \times R - 11.261 \quad (1)$$

R : Neutron probe의 Ratio

식(1)을 사용하여 실험포장에서 측정한 토양수분을 도시하면 Fig. 3.과 같다.

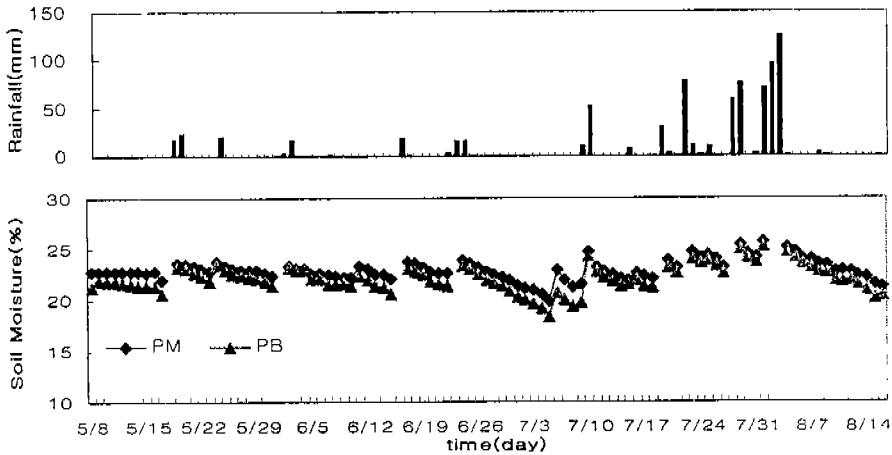


Fig. 3. 1999년 토양수분(%Vol)(PM·멸칭, PB-비멸칭)

## 2. 기상자료

기상청에서 제공하는 일강수량은 0시에서 24시 사이에 내린 비의 양이다. 토양수분의 측정시간이 오후 4시~6시 사이이므로 일강수량자료와의 시간적 편차가 생긴다. 그래서 본 연구에서는 기상청의 시간별 강수량 자료를 바탕으로 전일 오후5시~당일오후 5시 사이의 시간별 강수량의 합을 일강수량으로 사용하였다.

## 3. 유효우량의 산정방법

토양 내에서 물수지 방정식은 다음과 같다.

$$\Delta SMC = (RF + IR + UP + HI) - (DR + DP + ET + HO) \quad (2)$$

여기서,  $\Delta SMC$ 는 토양 내에서의 토양수분 변화량(mm), RF는 강수량(mm), IR은 관개량(mm), UP는 모관력에 의한 토양수분 상승량(mm), HI는 횡방향 수분유입량(mm), DR은 지표배수량(mm), DP는 유효토층하부에서의 지하배수량(mm), ET는 증발산량(mm), HO는 횡방향 수분유출량(mm)이다. 라이시미터에서 실험이 이루어지므로 식(2)에서 횡방향 유출입량, 모관력에 의한 수분상승량, 지표배수량이 없다. 그러므로 식(2)는 식(3)과 같이 바뀌게 된다.

$$\Delta SMC = (RF + IR) - (DP + ET) \quad (3)$$

이런 토양물수지식을 바탕으로 한 유효우량(Effective Rainfall, ER) 산정 방법은 여러 가지가 있으나 본 연구에서는 Daily Soil Moisture Balance Method를 사용하였다.<sup>1)</sup> 이 방법은 토양수분미흡량(Soil Moisture Depletion, DD)을 기준으로 하여 토양수분미흡량을 초과하는 경우는 증력수나 유출량으로 보고 토양내의 일별 물수지를 계산함으로써 유효우량을 산정하는 방법이다. 여기서 토양수분미흡량은 포장용수량에서 잔여토양수분량을 뺀 값으로 정의된다.

즉,

$$RF > DD \text{ 이면 } ER = DD$$

$$RF \leq DD \text{ 이면 } ER = RF$$

(4)

이다.

### III. 결과 및 고찰

각 라이시미터에 충분히 관계를 한 후 24시간이 경과한 후에 측정된 토양수분량을 포장용수량으로 정하였다. 그 결과 포장용수량은 부피단위로 26.7%이다. Daily Soil Moisture Balance Method를 이용하여 계산된 7월의 유효우량을 Table 1.에 나타내었다. Table 2.는 총 강수량에 대한 유효우량과 유효율을 나타내었다. 이를 보면 멀칭처리한 라이시미터의 유효율이 37.2%이고 비멀칭처리한 라이시미터는 이보다 조금 높은 40.7%이었다.

Table 1. 1998년 유효우량 산정

날짜	SM(mm)		FC-SM		RF (mm)	EF(mm)	
	PM	PB	PM	PB		PM	PB
7월 5일	119.1	110.3	40.9	49.7	0.1	0.1	0.1
7월 9일	129.2	118.0	30.8	42.0	9.6	9.6	9.6
7월 10일	148.0	145.4	12.0	14.6	52.2	12.0	14.6
7월 15일	132.0	128.8	28.0	31.2	7.3	7.3	7.3
7월 19일	132.2	127.2	27.8	32.8	30.7	27.8	30.7
7월 20일	143.6	139.1	16.4	20.9	3.4	3.4	3.4
7월 22일	139.4	135.7	20.6	24.3	78.8	20.6	24.3
7월 23일	148.3	144.5	11.7	15.5	11.6	11.6	11.5
7월 24일	144.6	141.6	15.4	18.4	1.0	1.0	1.0
7월 25일	146.4	143.6	13.6	16.4	10.0	10.0	10.0
7월 26일	143.8	140.4	16.2	19.6	0.3	0.3	0.3
7월 28일	139.1	135.6	20.9	24.4	59.6	20.9	24.4
7월 29일	152.7	149.8	7.3	10.2	75.3	7.3	10.2
7월 31일	145.2	142.9	14.8	17.1	2.9	2.9	2.9

PM : 멀칭처리한 라이시미터

FC : 포장용수량

PB : 비멀칭처리한 라이시미터

RF : 강수량

SM : 토양수분

EF : 유효우량

Table 2. 총 강수량에 대한 총 유효우량과 유효율

	Total rainfall(mm)	Effective rainfall(mm)	
		PM	PB
SUM	784.2	291.5	318.9
Rainfall effectiveness(%)		37.2	40.7

또한, 각 강수량별 유효율은 Table 3.와 같으며 총 유효우량에 대한 각 강수량별 유효우량의 비율은 Table 4.와 같다. Table 3., Table 4.에서 보듯이 강수량이 증가할수록 유효율은 낮아지며 총 유효우량 중 10~20mm의 강수에 의한 유효우량이 가장 많은 부분을 차지한다.

Table 3. 각 강수량별 유효율

Rainfall(mm)		0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	70~80	90~100	120~130
Rainfall effectiveness (%)	PM	100.0	100.0	82.3	90.6	29.4	14.8	5.8	4.5
	PB	100.0	99.9	89.5	100.0	34.9	19.0	8.8	6.8

Table 4. 총 유효우량에 대한 각 강수량별 유효우량의 비율

Rainfall(mm)		0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	70~80	90~100	120~130	SUM
Percent (%)	PM	18.3	33.2	12.4	9.5	11.3	11.5	1.9	1.9	100.0
	PB	16.7	30.3	12.4	9.6	12.2	13.5	2.7	2.7	100.0

#### IV. 결론

본 연구에서 라이시미터를 이용하여 수원지방의 사양토에서 고추의 토양수분량을 측정하고 유효우량을 산정하였다. 그 결과 범칭처리한 라이시미터는 총 강수량 784.2mm 중 유효우량이 291.5mm이고 비범칭처리한 라이시미터는 318.9mm이다. 그리고 각각의 유효율은 37.2%, 40.7%이다. 또한 유효율은 강수량이 증가할수록 줄어들며 총 유효우량 중 10~20mm의 강수에 의한 유효우량이 가장 많은 부분을 차지한다.

#### 참고문헌

1. 김성준, 1987, 수원지방 답의 유효우량산정을 위한 전산모형 개발 및 이용성 검토, 서울대학교 학위논문.
2. 배승종, 1998, 토양수분물수지모형과 지리정보시스템을 이용한 가뭄분석에 관한 연구, 서울대학교 학위논문.
3. 장민원, 정하우, 최진용, 1998, 토양수분측정방법 비교연구 - 중성자법과 TDR법 중심으로, 한국농공학회 학술발표회 발표논문집 : 65-70.
4. 정하우, 김성준, 1993, 밭에서의 유효우량 산정모형의 개발, 한국농공학회, 35(1) : 29-39.

5. 정하우 외, 1987-1990, 발작물 소비수량 산정방법정립 연구, 서울대 농생대 부설 농업개발연구소.
6. 최진용, 1996, 지리정보시스템을 이용한 장기유출모형의 개발에 관한 연구, 서울대학교 학위논문.
7. Avinash S. P., John L. N. and Eldon L. J., Effective rainfall estimation methods, J. of Irri. and Drain. Engrg. 116(2) : 182-193.