사단법인 한국환경과학회 가을학술발표회 발표논문집 제17권(제1호), 346~349, 2008
Proceedings of the Korean Environmental Sciences Society Conference, Nov, 20~22, 2008

PE1) # 과수원재배지에 대한 강우의 유출특성 연구

윤영삼*, 신석호, 유재정, 신찬기
국립환경과학원 낙동강물환경연구소

1. 서 론

수질오염을 유발시키는 오염원의 구분은 일반적으로 오염물질의 발생원에 따라 점오염원과 비점오염원으로 구분하고 있다. 점오염원은 폐수배출시설, 하수발생시설, 축사 등으로서 관거·수로 등을 통하여 일정한 지점으로 수질오염물질을 배출하는 배출원을 말하고 비점오염원은 농지, 도로, 산지 등으로서 불특정 장소에서 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 배출원을 말한다.

현재까지 우리나라의 수질개선대책은 대부분 생활하수, 축산폐수, 산업폐수처럼 배출경로가 명확한 점오염원에 대한 처리대책 위주였다. 하지만 점오염원에 대한 처리대책이 확충되어도 여전히 수질이 개선되지 않고 있어서 도시하천의 경우 물고기 폐사 같은 수질오염사고가 발생하고 있다. 또한 수질오염총량관리제에서 토지이용 변화에 따른 비점오염물질 처리가 쟁점이 되고 있으나 비점오염물질의 영향분석, 처리대책 및 최적저감기법적용 등에 대한 실효성 분석 등이 미흡하다.

비점오염원은 대부분은 강우에 의해 발생하는 것으로, 이에 본 연구에서는 비점오염물질 발생원의 일부인 과수원재배지 중 포도밭 2개 지역에 대한 강우에 따른 유출현상을 조사하여 궁극적으로는 과수원지역에서 발생되는 비점오염물질의 유출현상을 구명하는데 필요한 기초자료를 제공하고자한다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 여러 토지피복 중 포도밭 지점에 대한 강우 유출수에 대한 특성을 조사하기 위하여, 먼저 조사대상 지점인 포도밭이 속해 있는 유역의 8년간 일 강우 분석을 통해 집중 강우 시기 및 강우량을 조사 하였다.

조사대상 지점은 경주시 심곡리에 위치한 포도밭으로, 밭의 좌, 우면은 논으로 되어 있으며, 둑이 설치되어 있어 논에서 밭으로의 유입은 없었다. 밭의 앞, 뒷면의 경우 콘크리트 포장을 한 도로가 있으며, 도로와 밭 사이에 배수로가 있어 밭에서의 유출은 밭의 뒤쪽 배수로의 유출구를 통해 이루어지고 있었다. 면적은 폭 30m, 길이 60m로 1800 ㎡ 이며 밭 내부에 다른 작물을 재배 하지 않아 포도밭의 특성을 그대로 볼 수 있는 지점이다. 주변 강우관측소로는 건천관측소가 있으며, 1998년 ~현재까지 운영 중이다.

현장에서의 실측 조사는 기상청의 일기예보를 통해 현장에 강우강도계 및 유량계를 설치하여 조사대상지점에서 일어나는 강우 형태에 따른 유출수의 변화를 살펴보았다. 실측에 사용된 강우강도계는 RG-20으로 1min 단위의 강우량 측정이 가능하고, 유량계의 경우

FloTote-Ⅲ를 사용 하였는데 강우강도계와 같이 1min 단위 측정을 실시하였다. 조사대상 지점에 대한 유량계의 설치는 최종 유출구에 설치하여 기타 유입이 없는 상황에서 유출량을 조사 하였다.

2.1. EMC 산정

유출되는 비점오염물질의 농도변화는 강우 및 유역의 특성에 영향을 크게 받기 때문에, 점오염물질과는 달리 평균농도 산정 시 유출수의 유량이 가중된 유량가중평균농도로써 조사대상 각 물질별 농도를 나타낸다. 유량가중평균농도는 비점오염물질 처리 시설 설치 시 유입부하량 및 유출부하량 산정에 있어서 중요한 인자이며, 삭감량 산정을 통한 처리 효율 산정 시에도 중요하게 고려된다.

적정한 EMCs를 산정하기 위해서는 모니터링 계획에 따라서 수집된 유량과 농도 자료를 이용하여 다음 식에 의해서 산정할 수 있다. EMCs는 전체 강우지속시간 동안 유출된 전체 누적 오염물질의 양을 전체 누적 유출량으로 나누어 계산할 수 있으며, 비점오염원에서의 평균 농도 산정 시 중요하게 이용되고 있다. 여기서 C(t)와 $Q_{TRu}(t)$는 강우 지속시간 t에 대한 오염물질의 농도와 유출량을 의미한다.

$$EMC(mg/L) = \frac{\text{Discharged mass during an event}}{\text{Discharged volume}} = \frac{\int_0^T C(t) \cdot Q_{TRu}(t)dt}{\int_0^T Q_{TRu}(t)dt}$$

3. 결과 및 고찰

조사 대상 지점에 대한 최근 8년간 강수량을 정리하여 Table 1과 Figure 1에 나타내었다. Table 1을 살펴보면 건천지역의 년 평균 강수량은 1,199.1 mm로 나타났는데, 이는 국내 평균 1,286 mm보다는 낮은 값을 보였다. 건천지역에서의 강우가 집중 되는 시기를 살펴보면 6월과 9월 사이에서 가장 높은 강우량을 보이고 있는데, 이는 우리나라 강우의 전형적인 유형과 동일하였다.

Table 1. The 8 Years Precipitation for the Guncheon Site(mm)

Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	148.0	224.0	257.0	326.0	48.0	15.0	0.5	1018.5
1999	28.4	27.5	112.5	54.0	131.0	183.0	238.0	382.0	345.0	53.0	10.0	0.0	1564.4
2000	20.5	0.0	61.0	54.0	147.0	89.0	203.0	157.0	228.0	41.0	57.0	0.0	1057.5
2001	31.1	58.1	8.0	22.0	64.0	329.0	62.0	18.0	136.0	110.0	9.0	0.0	847.2
2002	59.0	5.0	50.0	69.0	89.0	44.0	250.0	644.0	69.0	60.0	1.0	14.0	1354.0
2003	27.5	48.5	45.5	140.0	226.0	180.0	483.0	168.0	179.0	7.0	70.0	10.0	1584.5
2004	0.0	41.5	15.0	115.0	87.0	199.0	193.0	360.0	213.0	1.0	46.0	36.0	1306.5
2005	24.0	32.5	95.5	47.0	43.0	77.0	126.0	172.0	211.0	16.0	16.0	1.0	861.0

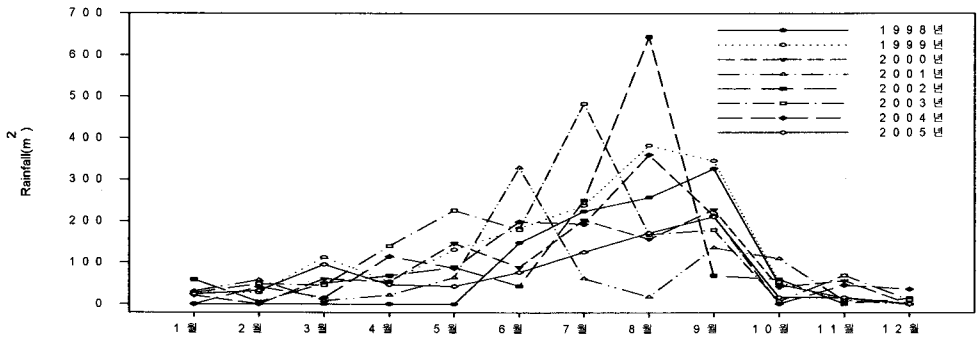

Fig. 1. The 8 Years Precipitation for the Guncheon Site(mm)

Table 2. A Rainfall-Runoff Characteristics for a Vineyard

항 목	event1	event2	event3	event4	event5	event6	event7	event8	event9	event10
rain duration time(min)	168	696	990	990	336	336	894	894	282	282
runoff duration time(min)	162	510	900	930	96	270	630	558	234	210
before non-rain days(day)	3	3	6	6	8	8	6	6	2	2
total rainfall(㎥)	52.60	122.60	66.80	60.84	55.60	50.04	97.33	87.59	71.40	64.26
total runoff(㎥)	8.11	29.54	4.77	9.96	2.68	7.58	41.73	33.69	7.71	6.95
runoff rate(%)	15.21	24.1	7.14	16.37	4.82	15.15	42.87	38.46	10.79	10.82

조사대상 지점인 포도밭을 강우사상별로 산정된 유출 특성을 Table 2과 Figure 2에 나타내었다. Table 2에 수록 한 바와 같이 총 강우량에 대한 유출율의 범위는 4.8~ 42%의 범위를 보였으며, 강우 특성에 따라 차이를 보였지만 조사지점의 경우 투수지역으로서 토양 침투에 의한 손실과 기저유량의 영향을 받아 강우량에 비례하지는 않았다.

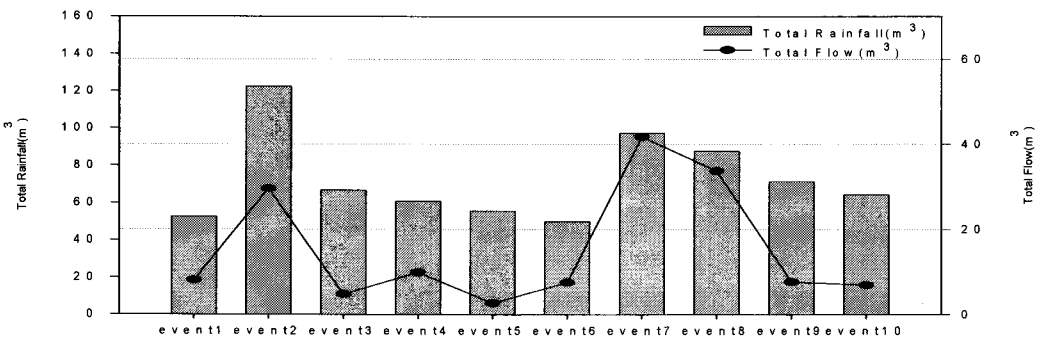

Fig. 2. The Changes of the amount of runoff according to the total rainfall.

강우량에 따른 유출량 변화를 살펴보면 각 강우사상별 강우량 증가에 따라 유출량이 증

가하는 경향을 보였으며, 유출율의 경우 강우지속시간, 선행무강우일수, 강우강도 등에 따라 다양한 특징을 보였다. 조사대상 강우사상 별 유출율은 evnet 5에서 가장 낮은 4.82%를 보였으며, event 7에서 42.87%로 가장 높은 값을 보였다. event 5의 경우 선행무강우일수 8일, 총강우량 55.6 ㎥으로 조사대상 조건들 중 포도밭이 가장 마른 상태였으며, 강우량 또한 가장 낮아 초기강우의 대부분이 표면을 통해 지하로 침투되고 일부만이 포도밭 밖으로 유출되어 낮은 유출율을 보이는 것으로 사료된다. 반면 event 7의 경우 포도밭의 잡초 성장억제, 포도알맹이로의 태양열 반사를 위해 포도밭 표면을 검은색 비닐로 덮어놓아 내린 강우의 많은 부분이 포도밭 밖으로 유출되어 높은 유출율을 나타내었다.

본 연구에서 살펴본 바에 의하면 포도밭의 유출량은 강우량, 유출지속시간, 선행무강우일수, 강우지속시간, 강우강도 등에 의해서 영향을 받게 되는데, 선행무강우일수나 유출지속시간 보다는 강우강도나 강우량에 더 많은 영향을 받음을 알 수 있다.

4. 결 론

과수원지역 중 포도재배지에 대한 강우유출특성 조사결과 강우량이 많을수록, 선행무강우기간이 짧을수록 유출량은 비교적 증가하였다. 그러나 강우사상 10회 조사를 통해 설득력 있는 유출에 영향을 미치는 강우강도, 강우지속시간, 강우량, 선행무강우일수 등 각각의 변수들의 영향을 찾을 수는 없었다. 이는 비점유출에 대한 정확한 해석을 위해서는 다양한 강우사상, 다양한 토지이용에 대한 장기적인 조사가 이루어져야 가능할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

신찬기 외, 2007, 낙동강 주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법연구, 낙동강수계관리위원회, pp.672.

백경훈, 신성교, 홍석진, 2006, 부산지역 비점오염원 관리대책 수립에 관한 연구 :수영강유역을 중심으로, 부산발전연구원

방기웅, 이준호, 최종수, 2000, 강우시 산업단지에서의 오염물질 유출 특성, 대한환경학회지 제 22권 2호 pp 341-353.

신은성 외, 2001, 토지용도와 유역특성을 고려한 비점오염물질 원단위 산정에 관한 연구, 한국물환경학회지, 제 17권 제 2호, pp.137-146.