

농촌유역에서의 오염부하특성

Characteristics of Pollutant Loadings in a Rural Watersheds

*조재원 · 김진수 · 오광영(충북대)

*Cho, Jae Won · Kim, Jin Soo · Oh, Kwang Young

Abstract

Characteristics of pollutant load during irrigation and non-irrigation periods was investigated for streamwater from a rural watershed. Water was sampled and discharge was measured at 5-days intervals at outlet of study area. The mean concentrations of TN and TP in an irrigation period are higher than in a non-irrigation period, while mean COD concentration in an irrigation period is lower than in a non-irrigation period. For increasing discharge during an irrigation period, TN concentration increase, TP concentration is nearly unchanged, and COD concentrations decreases.

I. 서론

점원오염은 도시나 공장에서도 같이 오염된 물이 일정한 배출구를 통해 흘러 하천으로 유출되는 과정에서 쉽게 파악할 수 있으나, 비점원오염은 배출양상이 동시다발적이고 오염원이라고 단정지을 수 없는 광범위한 유출특성 때문에 그 실태파악이 어렵다. 신은성 등(2001)은 우리나라의 농업비점오염문제는 외국과 달리 대단위 침식물보다는 고밀도 경작에 따른 가축분뇨 및 비료사용 등에 의한 영양물질이 문제가 되고 있어 농업지역 비점오염물질의 기여정도를 파악하고 관리방안을 도출하기 위해서는 많은 유역에서 비점오염물질 유출특성에 관한 연구가 필요하다고 제시하였다.

이에 본 연구는 점오염원이 적은 농촌유역을 대상으로 TN, TP 및 COD의 유출부하 특성에 대하여 검토하고자 한다.

III. 조사지구 개요 및 조사방법

1. 조사지구개요

본 연구의 대상유역은 충청북도 청원군 낭성면(동경 127 ° 35' ~ 127 ° 37' , 북위 36 ° 37' ~ 36 ° 40')에 위치한 공장 등이 없는 전형적인 농촌유역이다. 대상유역은 면적이 6.6km²로서 인경산(해발 582m)과 가래산(해발 540m)에서 발원한 유출수가 한강의 상류 지천인 인경천으로 유입되고 있다(Fig. 1). 토지이용 형태를 보면 산지 84.5%, 논 5.3%, 밭 10.2%로서 산림이 상당히 높은 비율을 점하고 있다. 인경천의 조사대상 거리는 5.4km이고 유역의 평균폭은 1.5km이다. 산림의 식생은 침엽수림 53%, 활엽수림 31%, 혼효림 16%로 소나무와 낙엽송이 주류를 이루고, 주요경작물로 쌀과 고추, 배추, 인삼 등이 있다.

토양은 입야의 경우, 표토는 황적색의 자갈이 있는 미사질양토이고 심토 및 기층은 적색,

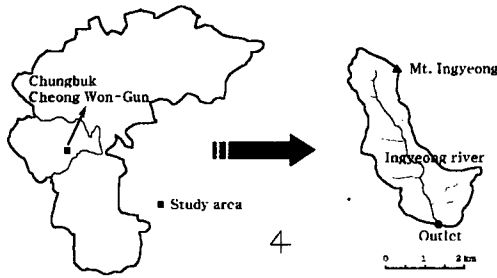


Fig. 1 Layout of study area

농갈색, 흑색의 자갈이 있는 미사질양토이다.

2. 조사방법

오염물질 조사는 시비량과 퇴비사용, 인분과 가축분뇨의 유역내 소비 및 외부유출을 파악하고자 거주민을 대상으로 설문을 실시하여 이에 대한 자료를 획득하였다. 강우자료는 유역으로부터 약 1km거리에 위치한 강우량계의 시간별 강우량 자료를 이용하였다.

2002년 1월 17일부터 9월 10일까지 평균 5일간격으로 유역말단에서 수질과 유량을 측정하였고, 1개의 강우사상에 대해서는 2-4 시간간격으로 연속적인 측정을 실시하였다. 분석항목은 T-N(총 질소), T-P(총 인) 및 COD(화학적 산소요구량)이며, T-N과 T-P는 환경부의 공정시험법에 의한 흡광광도법으로 분석하였고 COD는 Standard Methods에 의한 중크롬산칼륨($K_2Cr_2O_7$)법을 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 강우량 및 유출량

조사기간 중 3.11~9.10까지의 총강우량은 1,050mm, 평균비유량은 $0.029\text{km}^3/\text{s} \cdot \text{km}$ 이었으며 2.48mm/d의 유출고에 상당한다. 강우량과 유출량의 변화는 Fig. 2와 같은데, 강우량은 8월 상순과 하순에 조사기간동안 총강우량의 약 42%를 차지하였다.

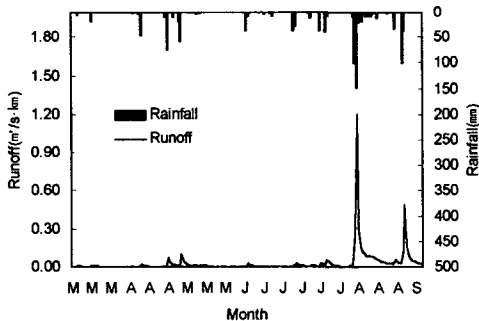


Fig. 2 Variation of rainfall and runoff in study area

유출량은 5일간격으로 측정한 유량과 압력의 상관식을 이용하여 조사기간동안의 유출량을 산출하였다.

2. 평상시 유출부하 특성

평상시 유출수의 농도는 비관개기(1-4월)와 관개기(5-9월)로 구분하였는데, 수질특성은 Table 1과 같다. 비관개기 동안의 TN과 TP의 평균농도는 각각 1.68mg/L 과 0.02mg/L 으로 관개기 동안의 TN과 TP의 평균농도인 2.29mg/L , 0.05mg/L 보다 낮게 나타났으나, COD는 비관개기가 관개기보다 약간 높게 나타났다. 각각의 TN과 TP농도는 산지계류수의 평상시의 각각의 농도(0.58mg/L , 0.017mg/L) 보다 높게 나타나, 농업활동에 의한 영향이 나타난 것으로 생각된다. 시비기의 평균농도는 관개기의 평균농도보다는 TN과 COD는 높게

Table 1 pollutant concentrations in dry days [unit : mg/L]

Period		Constituent	No. of samples	Mean	Max	Min	STD
Non-irrigation	Dry days	TN	21	1.68	3.67	0.33	0.73
		TP		0.02	0.03	0.002	0.01
		COD		5.00	20.41	0.55	4.44
Irrigation	Dry days	TN	25	2.29	3.74	0.22	0.11
		TP		0.05	0.11	0.02	0.03
		COD	24	3.81	11.17	1.85	2.44
	Rainy days	TN	20	3.70	6.34	1.85	0.88
		TP		0.18	0.46	0.02	0.13
		COD		7.72	15.12	3.02	3.88

났다. 유량의 증가에 따라 TN 농도는 증가하고 TP 농도는 거의 일정하고, COD는 감소하는 것으로 나타났다(Table 3).

Table 2 Summary of streamwater quality in fertilization period(5.5~6.15)

Constituent	No. of samples	Mean (mg/L)	Max (mg/L)	Min (mg/L)	STD
TN	8	2.99	3.74	0.54	1.10
TP		0.05	0.06	0.03	0.01
COD		5.57	11.17	4.37	2.29

3. 강우시 유출부하 특성

강우시 유출은 2002년 7월 22일 12시부터 24일 09시까지 측정하였다. 측정기간동안의 총 강우량은 48mm이고 최대강우강도는 13mm/hr, 선행 5일 강우량은 38mm이다. 강우시 TN의 농도는 유출곡선의 상승부에서는 상승하였다가 하강부에서는 완만하게 하강하였는데, 초기 농도보다 높게 나타났다. 또한, TP농도는 유출곡선과 흡사한 거동을 나타냈는데, 이것은 유사에 부착된 TP가 상당량 유출하였기 때문으로 사료된다. TN의 최고농도는 4.0mg/L, TP의 최고농도는 0.46mg/L이고 COD의 최고농도는 15.1mg/L을 나타냈다(Fig. 3).

Table 3 Relationship between discharge and load

Period	Constituent	L-Q equation	r ²
Non-irrigation	TN	L=3.17Q ^{1.28}	0.53**
	TP	L=0.01Q ^{0.83}	0.20*
	COD	L=0.83Q ^{0.50}	0.09
Irrigation	TN	L=5.40Q ^{1.44}	0.90**
	TP	L=0.05Q ^{1.04}	0.84**
	COD	L=1.91Q ^{0.70}	0.84**

*:p<0.05, **:p<0.01

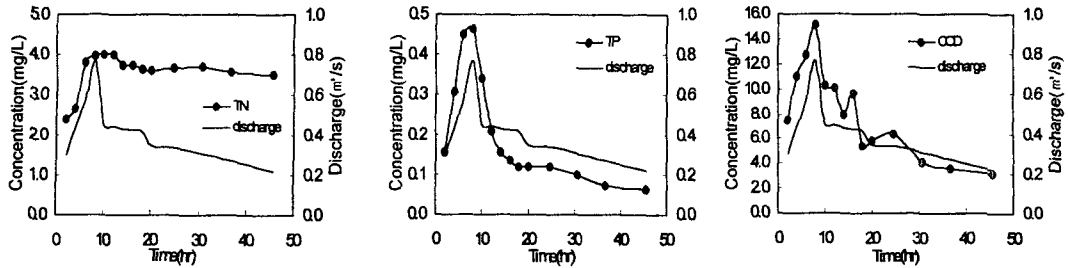


Fig. 3 Variation of water quality during a storm

IV. 결론

본 연구에서는 비점원 주체의 농촌유역에서의 유출수를 대상으로 오염물질의 농도 및 오염부하의 유출특성을 검토하였다.

1. 비관개기간 동안 TN과 TP의 평균농도는 0.90mg/L과 0.02mg/L으로 관개기간동안의 TN과 TP의 평균농도 2.40mg/L, 0.06mg/L보다 낮게 나타났다.
2. 강우시의 TN, TP의 농도는 각각 3.7mg/L, 0.18mg/L로 관개기 평상시의 TN, TP의 농도 0.6mg/L, 0.027mg/L보다 약 6배정도 높게 나타났다.
3. 관개기에는 유량증가에 따라 TN농도는 증가, TP농도는 거의 일정하며 COD농도는 감소하는 것으로 나타났다.

V. 참고문헌

1. 김선중, 2002, 산지계류수의 오염부하특성, 석사학위논문.
2. 박승우, 류순호, 강문성, 1997, 소유역의 토지이용에 따른 비점원오염 부하량, 한국농공학회지, 39(3), pp. 115~127.
3. 충청북도 청원군, 2001, 청원통계연보.
4. 신은성, 최지웅, 이동훈, 2001, 농업지역의 비점오염물질 유출특성에 관한 연구, 한국물환경학회지, 17(3), pp. 299~311.
5. 鈴木誠治, 田淵俊雄, 1984, 農業地域の小河川における降雨時の水質と流出負荷に関する研究, 農業土木學會論文集, 第114号, pp. 21~31.