

# 강원도 농촌유역 소하천의 수질특성과 비점원오염 배출

## Rural Water Quality and NPS Pollutant Loadings In Kangwon-do

○ 최종대 · 이기중\* · 권기수\* · 구본준\*

### I. 서론

비점원오염이란 토지이용이나 오염된 대기 때문에 발생하는 지표수 및 지하수의 오염을 말하며 따라서 어느 한 지점이 오염원을 배출하는 지점이라고 단정할 수 없는 넓은 지역에서 동시다발적으로 일어나는 오염을 말한다. 대표적인 비점원오염물질은 부유물질, 총질소, 총인, COD, BOD 등으로 농업지역에서 주로 발생된다. 총질소와 총인을 포함한 영양물질들은 농경지에 시비한 화학 및 유기질 비료의 직접유출에 의하거나 토사에 흡착되었다가 강우시 토사의 유실과 함께 하천 및 지하수로 유입된다. 우리나라의 비점원오염 연구영역에 의하면 유역에서 수계로 유입되는 총오염원 중에서 비점원오염이 차지하는 부하량은 SS 54.7%, BOD 16.1%, T-P 26.2% 그리고 T-N 50.4%로 나타났다(환경부, 1995). 따라서 수자원을 효율적으로 보호하기 위해서는 비점원오염에 관한 연구와 통제가 반드시 필요하다.

본 연구에서는 전통적인 산간 농촌유역에서의 비점원 오염물질의 배출특성을 규명하고 수질관리를 위한 기초자료를 수집하기 위한 목적으로 북한강수계 상류의 2개 농업 소유역의 토지이용, 유출 및 수질을 2년 동안 모니터링하고 자료를 정리하였다.

### II. 재료 및 방법

연구유역은 북한강 상류 농업의 특성을 대표할 수 있는 산촌형 농업유역과 중류의 농업을 대표할 수 있는 농업유역을 각 1곳씩 선정하였다. 산촌형 농업을 대표할 수 있는 유역으로는 강원도 춘천시 남산면 수동리 유역과 북한강 중류의 농업을 대표할 수 있는 유역으로는 춘천시 서면 방동리 유역을 선정하였다. 수동리 유역은 11.17 km<sup>2</sup>의 유역면적에 토지는 주로 논, 밭, 시설하우스, 소규모 축산업 등으로 이용된다. 방동리 유역은 14.74 km<sup>2</sup>의 유역면적으로 수동리보다 유역면적이 넓고, 유역의 경사가 완만하며, 논, 밭, 축산업 등으로 사용되는 면적이 넓다.

수동리와 방동리 유역의 출구에 유출 및 수질측정시설을 설치하고 유출량과 수질을 측정하였다. 유출량은 자동전자수위계를 이용하여 매 1시간 간격으로 동절기를 제외한 전 모니터링 기간(1998. 3 - 1999. 12)을 측정하였다. 유역의 수질은 부유물질(SS), 총질소(T-N), 총인(T-P) 및 화학적 산소요구량(COD)에 대하여 분석하였으며, 수질샘플은 평시는 2주에 1회, 그리고 홍수유출시는 1일 3회 이상 측정하였다. 또한 유역의 토지이용을 지속적으로 조사하였다. 유역의 강우자료는 인근에 위치한 춘천기상대의 자료를 이용하였다. 수집된 모니터링 자료는 일별, 월별 유출량과 오염부하량으로 정리하여 강우가 오염부하량에 미치는 영향, 월별 비점원 오염물질의 배출특성, 유역의 비점원 오염물질 배출특성에 관하여 분석하였다.

○ 강원대학교 농업공학부 교수

\* 강원대학교 대학원 농공학과

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 유역의 지형 및 토지이용 개요

수동리 유역의 유역면적은 약 11.17 km<sup>2</sup>이며 공장 등 점오염원 배출시설은 없고, 좁고 가파른 산간계곡을 개간하여 농업이 이루어지는 전형적인 산촌형 곡간지 농업이 주된 산업형태이다. 수동리 유역의 토지는 주로 논, 밭, 시설하우스, 소규모 축산업으로 이용되고 있다. 밭의 경우는 담배, 옥수수, 감자, 콩 등이 주로 재배되는 작물이다. 방동리 유역의 유역면적은 약 14.74 km<sup>2</sup>이며 방동리 유역에도 공장 등의 산업시설이 없는 북한강 중류지역의 전형적인 농업소유역이다. 방동리 유역은 수동리 유역보다 유역이 넓고 논, 밭, 축산, 농가로 이용되는 면적이 넓다. 산림지역에 인접한 밭들은 대부분이 경사지이며 논은 비교적 평야지에 위치하며 대부분 경지정리가 완비되어 있다. 밭의 주요재배작물은 배추, 무, 감자, 담배, 고추 등이다.

수동리 유역의 관개용수는 주로 유역내 하천에 의존하고 있으며 방동리 유역의 관개용수는 춘천시 농업기반공사 소유의 저수지로부터 공급받고 있으며 경지의 일부는 유역내 하천으로부터 공급받고 있다. 따라서 수동리 유역의 관개용수 공급은 기상에 많은 영향을 받는 반면 방동리 유역은 안정적으로 관개용수를 공급받고 있다. 잉여관개용수나 논으로부터 배출되는 물은 유역내의 하천으로 유입되고 있다. Table 1은 수동리와 방동리 유역의 토지이용 및 환경인자를 나타낸 것이다.

Table 1. Selected Statistics of Sudong-ri and Bangdong-ri watersheds

|                              | Sudong-ri | Bangdong-ri |
|------------------------------|-----------|-------------|
| Household                    | 96        | 171         |
| Population                   | 303       | 609         |
| Cow                          | 238       | 945         |
| Milk cow                     | 26        | 46          |
| Swine                        | -         | 12          |
| Poultry                      | 37,661    | 244         |
| Dog                          | 173       | 192         |
| Paddy (km <sup>2</sup> )     | 1.15      | 1.07        |
| up land (km <sup>2</sup> )   | 0.31      | 1.101       |
| watershed (km <sup>2</sup> ) | 11.17     | 14.74       |

#### 2. 강우자료의 분석

모니터링 기간의 강우량은 우리나라의 평균강우량보다 많은 강우가 있었다. 98년도에는 1,707.6 mm, 99년도에는 1,586.9 mm가 내려 98년도보다 99년도보다 120.7 mm가 많았다. 강우량 중 지표유출을 유발하여 비점원 오염물질을 유출시킬 수 있는 5 mm 이상의 유효강우는 98년도에 1,657.2 mm, 99년도에 1,541.7 mm이었다.

Table 2는 5 mm 이상의 유효강수량을 연구 연도별로 비교한 다음 백분율로 나타낸 표이다.

98년의 강우는 6월에 10.8%, 7월에 22.1%, 8월에 39.9%가 내려 3개월 동안 72.8%의 강수량 집중현상을 보였고, 8월 6일과 8일에 104.6 mm, 137.8 mm로 100 mm 이상의 강수량을 기록했다. 99년도에는 7월에 14.0%, 8월에 36.3% 그리고 9월에 22.5%가 내려 3개월 동안 72.8%의 강수량 집중현상을 보였고, 8월 1일과 2일에 237.2 mm, 182.2 mm 그리고 9월 19일과 20일에 99.7 mm, 109.7 mm로

높은 강수량을 기록했다. 이처럼 단기간에 집중적인 강우현상은 농촌유역에서 비점원오염물질의 유출에 많은 영향을 미친다. 농촌유역 비점원오염의 유출은 월별 또는 일별 강수량의 차이뿐만 아니라 단위강수의 지속시간과 강우강도에도 많은 영향을 받는다. 98년도에 비해 99년도는 유효강수량은 적었지만 집중강우가 상대적으로 많았기 때문에 비점원오염물질의 유출은 더 많았을 것으로 사료된다.

Table 2. Effective monthly rainfall data (rainfall of 5 mm of more)

| Month     | 1st year (1998) |              | 2nd year (1999) |              |
|-----------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| 1         | 0.0             | 0.0%         | 0.0             | 0.0%         |
| 2         | 28.9            | 1.7%         | 0.0             | 0.0%         |
| 3         | 29.8            | 1.8%         | 42.5            | 2.8%         |
| 4         | 128.0           | 7.7%         | 73.7            | 4.8%         |
| 5         | 83.1            | 5.0%         | 98.0            | 6.4%         |
| 6         | 178.9           | 10.8%        | 92.7            | 6.0%         |
| 7         | 366.0           | 22.1%        | 215.4           | 14.0%        |
| 8         | <b>660.5</b>    | <b>39.9%</b> | <b>559.6</b>    | <b>36.3%</b> |
| 9         | 81.1            | 4.9%         | <b>346.6</b>    | <b>22.5%</b> |
| 10        | 35.9            | 2.2%         | 92.3            | 6.0%         |
| 11        | 65.0            | 3.9%         | 15.7            | 1.0%         |
| 12        | 0.0             | 0.0%         | 5.2             | 0.3%         |
| Total(mm) | 1657.2          | 100.0%       | 1541.7          | 100.0%       |

### 3. SS 부하량 측정결과

Table 3에서와 같이 SS는 다른 비점원 오염물질보다 홍수기 집중호우에 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 수동리 유역에서는 98년 8월에 655.85 t, 99년 8월과 9월에 각각 1,931.55 t 과 389.34 t 으로, 이는 98년 배출된 SS 총 부하량의 96.16%, 99년 배출된 총 부하량의 82.85%와 16.54%를 차지하는 값이다. 방동리 유역에서는 98년 8월에 1,224.93 t, 99년 8월과 9월에 각각 1,840.43 t, 401.17 t 으로, 이는 98년 배출된 SS 총 부하량의 95.41%, 99년 배출된 총 부하량의 80.70%와 17.59%의 SS를 배출하여 두 유역 모두 강우가 집중되는 한달 혹은 두달 사이에 연간 SS부하량의 95~98%의 SS를 배출하는 것으로 나타났다.

Fig. 1은 수동리 유역의 SS 부하량의 일변화와 강우량과의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 방동리 유역도 이와 유사한 경향을 보여 방동리 유역에 대한 그래프는 이하 생략하였다. 홍수기인 8월에 큰 값을 보였으며, SS는 다른 비점원 오염물질보다 홍수기 집중호우에 많은 영향을 받는 것으로 나타났고, 홍수기를 제외하고는 평시의 SS 농도는 25mg/ℓ 이하로 수질기준 1급수를 유지하였다.

홍수시 발생하는 하상을 통한 유사(沙)의 배출(bed load)까지 감안하면 홍수시 부유물질의 배출량은 더 클 것으로 사료된다. 평시의 하천 SS 농도가 작은 이유는 농촌지역의 하천이 제방으로 보호되어 있어 SS 원인물질의 하천유입이 극히 제한되기 때문인 것으로 생각된다.

Table 3. Monthly SS loads from the research watersheds.

| Month | Sudong-ri watershed Load(t) |                 | Bangdong-ri watershed Load(t) |                 |
|-------|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
|       | 1998                        | 1999            | 1998                          | 1999            |
| 1     | -                           | 0.01            | -                             | 0.53            |
| 2     | -                           | 0.00            | -                             | 0.30            |
| 3     | 0.21                        | 0.33            | 1.36                          | 0.22            |
| 4     | 1.03                        | 9.95            | 4.09                          | 5.83            |
| 5     | 3.81                        | 1.56            | 12.29                         | 4.13            |
| 6     | 1.37                        | 2.14            | 3.77                          | 3.53            |
| 7     | 16.75                       | 13.22           | 30.99                         | 18.86           |
| 8     | <b>655.85</b>               | <b>1,931.55</b> | <b>1,224.93</b>               | <b>1,840.43</b> |
| 9     | 1.05                        | <b>389.34</b>   | 2.19                          | <b>401.17</b>   |
| 10    | 0.87                        | 2.75            | 2.12                          | 3.71            |
| 11    | 0.91                        | 2.54            | 1.26                          | 1.68            |
| 12    | 0.12                        | 0.71            | 0.79                          | 0.27            |
| Total | 681.97                      | 2,354.11        | 1,283.79                      | 2,280.66        |

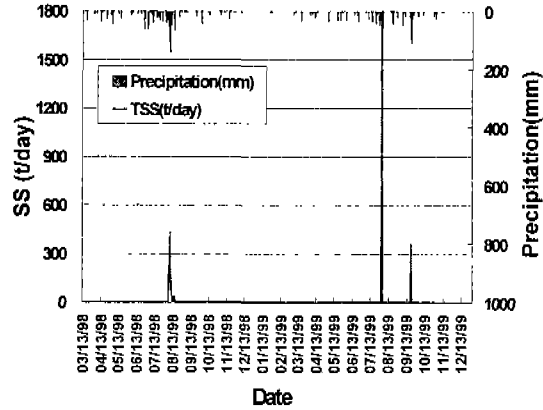


Fig. 1. 수동리유역의 일별 SS 부하량

#### 4. T-N 부하량 측정결과

Table 4는 연구유역의 T-N 부하량의 월변화를 나타낸 것으로, 수동리 유역에서 가장 높은 부하량은 98년에 50.25 t, 99년 8월과 9월에 각각 35.86 t 과 22.33 t 으로, 98년 배출된 T-N 총 부하량의 80.11%, 99년 배출된 총 부하량의 47.74%과 29.73%를 차지했다. 방동리 유역은 98년 8월에 90.15 t, 99년 8월과 9월에 각각 61.90 t, 22.50 t 으로, 98년 배출된 총 부하량의 73.45%, 99년 총 부하량의 48.29%와 17.56%를 차지했다.

Fig. 2는 수동리 유역의 T-N 부하량의 일변화와 강우량과의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 수동리 유역과 방동리 유역 모두 홍수기인 8월과 9월에 큰 값을 보였으며, 평수기에도 T-N 농도가 매우 높아 호소수질기준 5급수(1.5mg/l) 수질기준에도 못 미치는 것으로 나타났다. 이는 SS 농도와는 매우 대조적으로 농도를 보여주고 있다. SS의 농도는 홍수기에만 높아졌다 평수기에는 거의 대부분 1급수의 수질을 보이는데 반하여 T-N은 홍수기와 평수기 혹은 계절에 관계없이 모두 5급수 이하의 악화된 수질을 보였다.

홍수기의 높은 T-N 농도는 지표수와 함께 유입되는 다양한 유기물질 때문으로 생각할 수 있지만 지하수의 용출로 하천수가 형성되는 평시 하천의 T-N은 지하수를 통하여 유입되는 것으로 사료된다. Choi et al.(2000)의 연구에서 농촌지역 지하수의 총질소는 95% 이상이 질산성 질소로 구성된다고 하였기 때문에 하천의 총질소의 상당부분은 농경지에 시비된 비료와 퇴비, 그리고 농촌 주거지역과 축산지역에 발생하는 하수에서 기인되는 것으로 생각된다. 따라서 농촌유역의 수질을 개선하고 한강 등 수계의 수질을 근원적이고 효과적으로 관리하기 위해서는 농촌유역의 비점원 오염원 관리가 선행되어야 할 것으로 사료된다.

Table 4. Monthly T-N loads from the research watersheds.

| Month | Sudong-ri watershed Load(t) |       | Bangdong-ri watershed Load(t) |        |
|-------|-----------------------------|-------|-------------------------------|--------|
|       | 1998                        | 1999  | 1998                          | 1999   |
| 1     | -                           | 0.29  | -                             | 1.06   |
| 2     | -                           | 0.19  | -                             | 0.50   |
| 3     | 0.23                        | 0.29  | 0.46                          | 0.69   |
| 4     | 1.08                        | 3.95  | 1.99                          | 8.71   |
| 5     | 1.11                        | 1.00  | 4.80                          | 5.02   |
| 6     | 0.46                        | 1.11  | 1.79                          | 5.32   |
| 7     | 5.55                        | 5.56  | 16.53                         | 14.33  |
| 8     | 50.25                       | 35.86 | 90.15                         | 61.90  |
| 9     | 1.08                        | 22.33 | 2.14                          | 22.50  |
| 10    | 1.12                        | 2.37  | 1.84                          | 5.17   |
| 11    | 1.30                        | 1.32  | 1.71                          | 2.48   |
| 12    | 0.54                        | 0.85  | 1.32                          | 0.51   |
| Total | 62.73                       | 75.12 | 122.73                        | 128.19 |

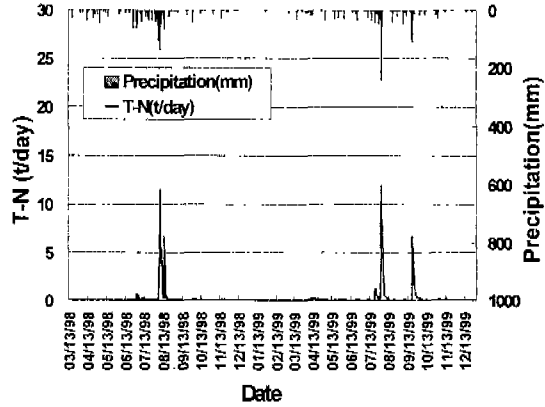


Fig. 2. 수동리유역의 일별 T-N 부하량

#### 5. T-P 부하량 측정결과

Table 5는 연구유역의 T-P 부하량의 월변화를 나타낸 것으로, 수동리 유역에서 T-P 부하량이 높은 값은 98년 8월에 429.24 kg, 99년 8월과 9월에 각각 521.48 kg 과 256.31 kg 으로, 이 값들은 98년 배출된 T-P 총 부하량에 86.11%를 차지하는 값이고, 99년 배출된 총 부하량에 각각 59.07% 와 29.04%를 차지하는 값이다. 방동리 유역은 98년 8월에 584.41 kg, 99년 8월과 9월에 각각 545.35 kg 과 170.39 kg 이 배출되었고, 이 값들은 98년 총 부하량의 14.65%이고 99년 총 부하량에 각각 55.13%와 17.23%를 차지하는 값이다.

Fig. 3은 수동리 유역의 총인 부하량의 일변화와 강우량과의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 수동리 유역에서 높은 부하량 값을 기록한 날은 98년 8월 8일에 107.33 kg, 99년 8월 1일과 9월 20일에 244.67 kg, 111.69 kg 이다. 이 값들은 98년 평균 부하량인 1.70 kg의 약 63배, 98년 배출된 총 부하량의 약 21.5%를 차지하는 값이고 99년 평균 부하량인 2.42 kg의 약 101배와 약 46배, 그리고 99년 총 부하량의 27.7%와 12.7%를 차지하는 값이다. 방동리 유역은 98년 8월 8일에 118.09 kg, 99년 8월 2일과 9월 20일에 202.74 kg, 84.38 kg이 배출되었다. 이 값들은 98년 평균 부하량인 2.74 kg의 약 43배, 98년 총 부하량의 14.65%이고 99년 평균 부하량인 2.71 kg의 약 75 배와 31배, 그리고 99년 총 부하량의 20.5%와 8.5%를 차지한다.

T-P 부하량도 홍수기에 높게 나타나지만, T-N과 같이 하천의 T-P 농도가 항상 높은 경향을 보이지는 않았다. T-P의 경우 호수기에는 지표수를 통하여 하천으로 유입되는 유기물 때문에 농도가 높을 수 있지만 평수기에 지하수를 통하여 하천으로 운반되는 T-P의 크기는 토양에 흡착되는 양이 많기 때문에 T-N 보다는 많이 작은 것으로 생각된다.

Table 5. Monthly T-P loads from the research watersheds.

| Month | Sudong-ri watershed Load(t) |               | Bangdong-ri watershed Load(t) |               |
|-------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
|       | 1998                        | 1999          | 1998                          | 1999          |
| 1     | -                           | 0.97          | -                             | 7.41          |
| 2     | -                           | 0.77          | -                             | 3.94          |
| 3     | 1.76                        | 1.78          | 2.58                          | 8.65          |
| 4     | 9.70                        | 16.13         | 17.30                         | 44.06         |
| 5     | 8.90                        | 5.70          | 29.91                         | 24.32         |
| 6     | 1.65                        | 7.34          | 9.96                          | 32.38         |
| 7     | 33.55                       | 45.33         | 123.73                        | 94.15         |
| 8     | <b>429.24</b>               | <b>521.48</b> | <b>584.41</b>                 | <b>545.35</b> |
| 9     | 3.31                        | 256.31        | 12.41                         | <b>170.39</b> |
| 10    | 5.07                        | 15.60         | 10.06                         | 36.28         |
| 11    | 3.74                        | 7.44          | 8.59                          | 18.23         |
| 12    | 1.57                        | 3.89          | 7.22                          | 3.69          |
| Total | 498.50                      | 75.12         | 122.73                        | 128.19        |

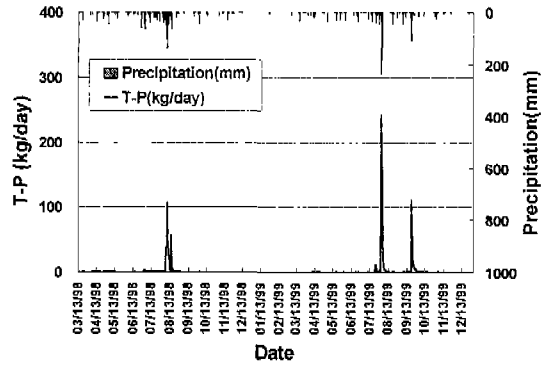


Fig. 3. 수동리유역의 일별 T-P 부하량

6. COD 부하량 추정결과

Table 6은 연구유역의 COD 부하량의 월변화를 나타낸 것이고, Fig. 4는 수동리 유역의 COD 부하량의 일 변화를 그래프로 나타낸 것이다. COD 부하량도 다른 비점원 오염물질과 마찬가지로 홍수시 높은 부하량을 나타냈다. 수동이 유역에서는 98년 8월 배출 부하량이 36.62 t, 99년 8월에 46.30 t으로, 98년 배출된 COD 총 부하량의 83.2%, 99년 배출된 총 부하량의 59.0%를 차지했다. 방동리 유역에서는 98년 8월에 배출 부하량이 55.35 t, 99년 8월에 43.94 t으로, 이는 98년 배출된 COD총 부하량의 85.1%, 99년 배출된 총 부하량의 56.2%를 차지했다.

Table 6. Monthly COD loads from the research watersheds.

| Month | Sudong-ri watershed Load(t) |              | Bangdong-ri watershed Load(t) |              |
|-------|-----------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|
|       | 1998                        | 1999         | 1998                          | 1999         |
| 1     | -                           | 0.09         | -                             | 0.37         |
| 2     | -                           | 0.06         | -                             | 0.19         |
| 3     | 0.09                        | 0.21         | 0.11                          | 0.37         |
| 4     | 0.42                        | 1.43         | 0.90                          | 3.18         |
| 5     | 0.73                        | 0.39         | 1.84                          | 1.16         |
| 6     | 0.13                        | 0.58         | 0.44                          | 1.65         |
| 7     | 1.81                        | 3.35         | 3.47                          | 7.73         |
| 8     | <b>36.62</b>                | <b>46.30</b> | <b>55.35</b>                  | <b>43.94</b> |
| 9     | 0.61                        | 24.27        | 0.65                          | 17.26        |
| 10    | 0.71                        | 0.98         | 1.01                          | 1.39         |
| 11    | 0.65                        | 0.64         | 0.74                          | 0.85         |
| 12    | 0.20                        | 0.17         | 0.51                          | 0.12         |
| Total | 41.97                       | 78.47        | 65.02                         | 78.20        |

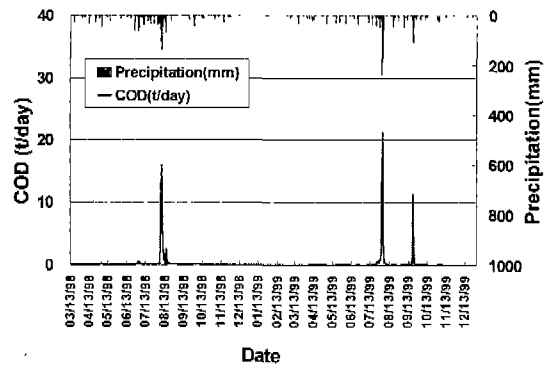


Fig. 4. 수동리유역의 일별 COD 부하량

농촌지역의 비점원 오염부하 배출양상은 홍수기와 평수기로 구분하여 매우 다른 양상을 보였다. 홍수기의 비점원 오염부하 배출은 지표면 흐름과 관련된 오염부하량의 유입으로 지표면 흐름의 기여정도가 매우 큰 반면 평수기의 비점원 오염부하 배출은 지하수 용출에 의한 기여도가 큰 것으로 나타났다. 이와 같이 오염부하량 배출기간이 상이한 경우의 유역오염관리방법은 홍수기와 평수기로 나누어 각각에 합당한 오염원 관리방법이 수립되어야 함을 의미한다. 또한 오염물질의 배출양상이 강우와 상당히 밀접한 관계가 있으므로 일반적인 정책결정이나 수치모델의 입력변수로 많이 사용되는 면적에 기준을 둔 오염원별 배출원단위의 사용에는 매우 조심을 해야 할 것으로 사료된다. 본 연구기간 동안의 강우량은 우리나라 연평균 강우량보다 강우량이 상당히 많았다. 그러나 연강우량이 연평균강우량과 비슷하거나 혹은 작은 경우의 오염부하 배출양상은 다를 수 있기 때문에 유출과 수질모니터링 조사를 지속적으로 수행하여 연강우량의 변동에 따른 오염부하량 배출양상의 변화도 조사가 되어야 할 것이다.

#### IV. 결론

본 연구는 강원도 중산간 농업소유역에서 발생하는 대표적인 비점원 오염물질의 부하량을 측정하여 강우사상별로 오염부하량의 배출특성을 규명하기 위한 기초연구로써 두 곳의 유역에서 유출량과 수질을 monitoring하여 자료를 구축하고 얻어진 자료를 통하여 다른 농업소유역에서도 비점원 오염부하량을 쉽게 예측할 수 있도록 하기 위한 것이다.

본 연구를 통하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. SS는 다른 비점원 오염물질에 비해 홍수기에 많은 양이 배출되는 현상을 나타내었다. 평수기 수동리 유역과 방동리 유역의 SS 수질은 홍수기를 제외하고 대부분 1급수의 수질기준을 만족하였다.
2. 총질소는 수동리 유역에서 98년 8월에 80.11%, 99년 8·9월에 77.47%가 배출되었고 방동리 유역에서 98년 8월에 73.45%, 99년 8·9월에 65.85%가 배출되었다. 총질소의 경우 홍수기뿐 아니라 평수기에도 5급수 수질기준에 미치지 못하는 것으로 나타났다.
3. 총인은 수동리 유역에서 98년 8월에 86.11%, 99년 8·9월에 88.11%가 배출되었고 방동리 유역에서 98년 8월에 72.49%, 99년 8·9월에 72.36%가 배출되었다.
4. COD는 수동리 유역에서 98년 8월에 87.25%, 99년 8·9월에 89.93%가 배출되었고 방동리 유역에서 98년 8월에 85.13%, 99년 8·9월에 78.26%가 배출되어 COD를 비롯한 다른 비점원 오염물질들이 강우가 집중되는 여름철에 거의 모든 양의 배출이 이루어지는 것으로 나타났다.
5. 두 유역의 강우사상별 단위면적당 각 부하량의 평균값은 강우가 0~20 mm일 때 1 ha당 총질소가 0.108 kg, 총인이 0.693 g, SS가 0.368 kg, COD가 0.044 kg으로 나타났고 강우가 100 mm이상일 때 1 ha당 총질소가 8.932 kg, 총인이 102.282 g, SS가 411.156 kg, COD가 10.784 kg으로 나타나 강우가 농업유역에서 비점원 오염물질의 유출에 매우 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다.
6. 하천제방형성이 평수기에 하천주변지역으로부터의 SS 유입량을 크게 감소시키며, 총질소는 홍수기에 농경지를 비롯한 주변지역으로부터 하천으로의 유입량이 크며, 평수기에는 지하흐름을

통해 하천으로 유입되는 것으로 사료된다. 따라서, 하천으로의 오염원 유입을 감소시키기 위해서는 주변지역의 생활하수 배출관리, 농경지에서의 비료시비량 조절 그리고 축산지역의 가축배설물 관리 등이 중점적으로 모색되어야 할 것이다.

2년 간의 실험을 통하여 농업유역에서의 비점원 오염부하량에 관하여 기술하였으나 보다 정확한 분석을 위해서는 좀더 장기적인 수질 및 유역 모니터링이 요구되었다.

#### 참 고 문 헌

1. 환경부. 1995. 비점오염원 조사연구사업 보고서.
2. 최중대. 1997. 비점원오염 연구에 관한 고찰. 한국농공학회지 제39권 제2호.
3. Magette, W. L. 1990. Water Quality / Land Use. IN : Water Issues in the Middle Atlantic States, AES and CES of the University of Maryland System and USDA ARS Beltsville, Maryland. A Symposiym Paper held in NOV. 1, 1990, Calert Holiday Inn, Beltsvills, Maryland.