

농촌유역에서의 SS, COD 및 T-P간의 상관관계 분석

Analysis of relationship between SS, COD, and T-P in rural area

함 중 화(건국대)* · 윤 춘 경(건국대)

Ham, Jong Hwa · Yoon, Chun Gyeong

Abstract

The loss of soil and nutrients from land surfaces to surface water supplies continues to be an important source of nonpoint source pollution. This study was initiated to develop an empirical relationship among the contaminants. SS, COD, T-N, and T-P were collected from agricultural surface water quality studies carried out in Hwasung-Gun, Kyonggi-Do. Correlation analysis, regression analysis, and reliability analysis were conducted. The regression equations were developed between SS and COD, SS and T-P, COD and T-P, and the resulting r^2 value was over 0.78. The regression equation enables a reasonable prediction of phosphorus concentration and COD concentration for known suspended solid concentration.

1. 서론

비점원(nonpoint source)오염은 농촌유역에서 지표유출과 토양유실 등과 함께 배출되는 것으로써 그 주요 원인은 농경지 등에서 사용되는 비료, 농약 등의 화학물질, 토양 중의 유기물, 유역에 산재된 부락 등으로부터의 생활오수, 그밖에 축산시설 등의 폐기물에 의한 것이다. 이와 같은 비점원 오염물질은 강우에 의한 유출이 발생할 때 유역의 도처에서 집중적으로 배출되는 특징을 가지고 있다.

강우로 지표면 유출이 발생하면 오염물질의 농도는 급격히 증가하여 수계에 가해지는 오염물질 부하량도 급격히 증가한다. 수계에 댐이나 담수호가 건설되어 있다면 오염물질부하는 호소에서 정제되어 호소의 부영양화를 일으킨다. 호소에 있어서 연간 오염물질 유입부하량의 70~80% 이상이 강우시 지표유출에 의해 유입된다^{1,3)}. 그러므로, 강우시 유입되는 오염물질에 대한 대책을 세워야 하는데 이를 위해서는 정확한 유입부하량의 예측이 필요하다. 농촌유역과 같이 점오염원이 적고, 강우에 의한 토양유실이 많이 일어나는 곳에서는 SS와 다른 수질 항목간에 높은 상관관계를 갖고 있다. 그러므로, 이러한 상관관계를 이용한다면, SS로부터 다른 수질 항목을 쉽고 정확하게 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 농촌지역에서 평상시와 강우시로 구분하여 하천의 수질을 조사하고, 각 수질 항목간에 어떠한 상관관계가 있는지 알아보고, 높은 상관관계를 가지는 항목간에 회귀식을 구한 후, 도출한 회귀식의 적용가능성을 검토해 보았다.

II. 재료 및 방법

대상지역은 경기도 화성군에 위치한 화옹담수호의 상류에 존재하는 2개의 소유역으로, 이 소유역에서 발생하는 유량 및 부하량은 각각 남양수로와 하저수로를 거쳐 화옹담수호로 유입된다. 소유역 면적은 A, B 소유역이 각각 967.8ha와 1472.9ha이다. 각각의 소유역에 대한 토지이용은 Table 1과 같이 산림, 논, 밭이 전체의 80%이상을 차지하고 있으며, 많은 수의 축산 농가가 유역에 분포되어 있다. 또한, 두 소유역 모두 산업체와 같은 점오염원은 존재하지 않는 전형적인 농촌지역이다.

Table 1. Land use classification

sub-catchment	forest		paddy		upland		residential		others		total ha
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
A	425.3	44.0	301.2	31.1	85.9	8.9	22.5	2.3	132.9	13.7	967.8
B	584.7	39.7	418.3	28.4	213.6	14.5	38.3	2.6	218.0	14.8	1472.9

시료채취는 경기도 화성군 남양면 남양리에 위치한 행가교와 팔탄면 하저리에 위치한 하저교에서 실시하였다. 평상시에는 각 지점에서 1998년 9월에서 1999년 11월까지 15개월간 2주 간격으로 측정하였으며, 강우시에는 동일한 지점에서 1999년 4월 9일과 5월 3일 두 차례에 걸쳐 1주기 조사를 실시하였으며, 강우 초기에는 1시간 간격으로, 중반부터는 2시간, 3시간, 그리고 후기에는 4시간 간격으로 채취하였다. 강우가 끝난 후에는 강우 전의 수위와 동일해졌을 때 마지막 시료를 채취하였다.

수질분석은 SS, COD_{Mn}, T-P, T-N항목에 대해 실시하였다. COD_{Mn}의 경우는 현재 국내 수질기준에서 망간법이 기준이기 때문에 크롬법보다 산화력이 약한 망간법으로 실시하였고, 나머지 항목은 Standard Methods⁶⁾에 의해 분석하였다. T-N의 경우는 Org-N, NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N을 각각 구하여 합한 값으로 하였다.

실험기간 동안 수집된 자료를 통계용 전산 프로그램인 SPSS for windows 7.5에 의해 통계처리 하였다. 2개의 소유역에 대해 평상시와 강우시로 나누어 각 수질 항목간 어떠한 상관관계가 있는지를 상관분석(correlation analysis)을 통해 알아보았다. 상관성이 높은 수질항목에 대해 회귀분석(regression analysis)을 실시하였다. 회귀분석에 의해 도출된 관계식의 유의성을 검토하기 위해 결정계수(R²)를 구함으로써 각 인자를 포함하는 추정식의 정확성을 결정하였다. 이렇게 산정된 관계식의 신뢰도 분석(reliability analysis)을 실시하여 각각의 관계식의 적용가능성을 검토해 보았다. 또한 관계식의 오차의 범위를 RMSE(root mean square error)를 사용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수질분석결과

평상시와 강우시 수질분석결과는 Table 2와 같다. 평상시 수질분석 결과를 보면, 모든 항목이 site⑥보다 site③에서 높은 농도를 나타내었다. 이것은 site⑥보다 site③이 면적이 작은 반면, 부하량의 배부분을 차지하는 생활계와 축산계 즉, 인구와 가축이 각각 1.4, 2.2배 더 많기 때문에 평상시에 site⑥보다 site③에서 높은 농도를 나타냈을 것으로 판단된다. 강우시 또한, SS를 제외한 모든 항목에서 site⑥보다 site③에서 높은 농도를 나타냈다. 반면에 SS의 농도는 site③보다 site⑥에서 높게 나왔는데, 이는 Table 1에서와 같이 site③보다 site⑥지역이 토양침식이 많이 일어나는 밭이 많은 반면에, 토양침식을 감소시킬 수 있는 논과 산림 지역이 적었기 때문으로 생각된다. 밭은 강우에 의해 직접 타격을 받고, 경운에 의해 토양 결집력이 약화되고, 대부분 밭이 산간에 발달하여 어느 정도 경사를 가지며, 임야와 논에 비해 식생피복이 낮은 것이 일반적이므로 밭의 토양 유실이 많다⁵⁾. 반면에 논은 물을 보유하고 있어 강우에 의한 우격 침식으로부터 보호되고, 경사가 없어 물의 흐름이 안정되며, 토양의 밀도가 높기 때문에 토양 유실이 매우 낮다. site⑥의 T-N을 제외한 모든 항목이 평상시보다 강우시에 높게 나왔는데, 이는 강우로 인한 표면유출 때문에 토양과 함께 유실되는 각종의 유기물질과 영양염류 등이 수체로 유입되었기 때문으로 생각된다.

Table 2. The results of water quality constituents from subwatersheds

Date	SS (mg/L)		COD (mg/L)		T-P (mg/L)		T-N (mg/L)	
	site③	site⑥	site③	site⑥	site③	site⑥	site③	site⑥
	Dry day	Ave. 17 STD 10	8.5 6.9	8.9 3.0	7.7 4.1	0.452 0.270	0.179 0.185	7.233 2.261
Wet day	Ave. 80 STD 73	84.1 103	22.8 12.1	11.5 3.9	0.977 0.466	0.389 0.268	8.431 1.863	3.774 1.003

2. 상관분석 결과

2개의 소유역에 대해 평상시와 강우시로 나누어 각 수질 항목간의 상관계수(r)를 구한 결과는 Table 3과 같다. 1%의 유의수준에서 평상시는 site③의 COD와 T-P사이에서만 상관계수(r) 0.787로 높은 상관을 보였다. site⑥에서는 COD와 T-P사이에 매우 낮은 상관관계를 보인 반면에 site③에서 높은 상관관계를 보인 이유는 COD와 T-P의 발생을 제한하는 인자가 서로 다르기 때문으로 판단된다. 즉, 생활계와 축산계에서 평상시에 발생하는 유출수는 유기물질과 인이 동시에 함유되어 유출되지만, 자연계의 경우에는 인이 토립자와 강하게 결합하여 있어 유기물질과 인이 동시에 유출되지 못한다. site⑥의 경우 인구밀도와 축산밀도는 각각 1.2(명/ha), 4.6(head/ha)인 반면, site③는 인구밀도와 축산밀도가 각각 2.3(명/ha), 13.5(head/ha)로 인구밀도와 축산밀도 각각 2배 3배 더 높다. 그러므로 생활계와 축산계가 더 많은 site③에서 유기물질과 인이 동시에 유출되어 이들간에 상관관계가 높게 나타났다.

하지만, 강우시의 경우에는 생활계와 축산계 뿐만 아니라 자연계에서도 강우유출로 인해 인과 유기물질이 토립자와 같이 하천으로 유입되어 부유물질과 유기물질 사이에 높은 상관관계를 갖는다. Table 3을 보면 강우시 SS, COD, T-P사이에는 상관계수(r)이 0.8이상으로 매우 높은 상관관계를 나타내었다. 하지만, T-N과는 상관관계를 나타내지 않았다.

Table 3. Correlation coefficients(r) between water quality constituents

		SS vs COD	SS vs T-P	SS vs T-N	COD vs T-P	COD vs T-N	T-P vs T-N
Dry day	site (a)	-0.215	0.062	-0.301	0.787**	0.369	0.279
	site (b)	0.338	0.031	-0.139	-0.009	0.309	-0.162
	site (a)+(b)	0.128	0.264	0.015	0.383*	0.360*	0.324*
Wet day	site (a)	0.903**	0.833**	0.465*	0.881**	0.329	0.242
	site (b)	0.852**	0.822**	0.212	0.900**	0.085	0.222
	site (a)+(b)	0.585**	0.577**	0.150	0.905**	0.586**	0.624**

*, ** : significant at 5% and 1%, respectively

3. 회귀 분석 및 신뢰도 평가

상관분석결과 높은 상관성을 갖고 있는 강우시 SS와 COD, SS와 T-P, COD와 T-P에 대해 site(a), site(b), site(a)+(b)로 나누어 단순회귀분석을 실시하였다. 관계식은 X의 누승형태로 나타내었고, 관계식의 정확성을 결정하기 위해 결정계수(R²)를 구하였으며 그 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Estimation equations obtained from simple regression of the experimental data

Classification	Estimation Equation	R ²	Reliability Coefficients(α)	RMSE (mg/L)	Number of data
SS vs COD	Site (a) COD = 2.9629SS ^{0.4905}	0.86	0.96	4.7	26
	Site (b) COD = 4.8141SS ^{0.2275}	0.88	0.97	1.4	27
	Site (a)+(b) COD = 4.3861SS ^{0.3395}	0.46	0.77	7.8	53
SS vs T-P	Site (a) T-P = 0.1832SS ^{0.4068}	0.78	0.93	0.2	26
	Site (b) T-P = 0.0660SS ^{0.4424}	0.79	0.94	0.1	27
	Site (a)+(b) T-P = 0.1509SS ^{0.3750}	0.46	0.76	0.4	53
COD vs T-P	Site (a) T-P = 0.0878COD ^{0.7784}	0.78	0.93	0.2	26
	Site (b) T-P = 0.0044COD ^{1.8033}	0.80	0.95	0.1	27
	Site (a)+(b) T-P = 0.0426COD ^{0.9818}	0.81	0.95	0.2	53

Table 4를 보면, SS와 COD, SS와 T-P사이의 회귀분석에 있어서 각 소유역 site(a)와 site(b)에 대해 각각 회귀식을 구하는 것이 site(a)와 site(b)를 합하여 하나의 회귀식을 얻는 것 보다 결정계수가 더 높게 나온 반면에, COD와 T-P사이의 회귀분석에 있어서는 두 유역을 합하여

III. 결과 및 고찰

1. 수질분석결과

평상시와 강우시 수질분석결과는 Table 2와 같다. 평상시 수질분석 결과를 보면, 모든 항목이 site⑥보다 site③에서 높은 농도를 나타내었다. 이것은 site⑥보다 site③이 면적이 작은 반면, 부하량의 배부분을 차지하는 생활계와 축산계 즉, 인구와 가축이 각각 1.4, 2.2배 더 많기 때문에 평상시에 site⑥보다 site③에서 높은 농도를 나타냈을 것으로 판단된다. 강우시 또한, SS를 제외한 모든 항목에서 site⑥보다 site③에서 높은 농도를 나타냈다. 반면에 SS의 농도는 site③보다 site⑥에서 높게 나왔는데, 이는 Table 1에서와 같이 site③보다 site⑥지역이 토양침식이 많이 일어나는 밭이 많은 반면에, 토양침식을 감소시킬 수 있는 논과 산림 지역이 적었기 때문으로 생각된다. 밭은 강우에 의해 직접 타격을 받고, 경운에 의해 토양 결집력이 약화되고, 대부분 밭이 산간에 발달하여 어느 정도 경사를 가지며, 임야와 논에 비해 식생피복이 낮은 것이 일반적이므로 밭의 토양 유실이 많다⁵⁾. 반면에 논은 물에 의해 보호되고, 경사가 없어 물의 흐름이 안정되며, 토양의 밀도가 높기 때문에 토양 유실이 매우 낮다. site⑥의 T-N을 제외한 모든 항목이 평상시보다 강우시에 높게 나왔는데, 이는 강우로 인한 표면유출 때문에 토양과 함께 유실되는 각종의 유기물질과 영양염류 등이 수체로 유입되었기 때문으로 생각된다.

Table 2. The results of water quality constituents from subwatersheds

Date	SS (mg/L)		COD (mg/L)		T-P (mg/L)		T-N (mg/L)	
	site③	site⑥	site③	site⑥	site③	site⑥	site③	site⑥
	Dry day	Ave. 17 STD 10	8.5 6.9	8.9 3.0	7.7 4.1	0.452 0.270	0.179 0.185	7.233 2.261
Wet day	Ave. 80 STD 73	84.1 103	22.8 12.1	11.5 3.9	0.977 0.466	0.389 0.268	8.431 1.863	3.774 1.003

2. 상관분석 결과

2개의 소유역에 대해 평상시와 강우시로 나누어 각 수질 항목간의 상관계수(r)를 구한 결과는 Table 3과 같다. 1%의 유의수준에서 평상시는 site③의 COD와 T-P사이에서만 상관계수(r) 0.787로 높은 상관을 보였다. site⑥에서는 COD와 T-P사이에 매우 낮은 상관관계를 보인 반면에 site③에서 높은 상관관계를 보인 이유는 COD와 T-P의 발생을 제한하는 인자가 서로 다르기 때문으로 판단된다. 즉, 생활계와 축산계에서 평상시에 발생하는 유출수는 유기물질과 인이 동시에 함유되어 유출되지만, 자연계의 경우에는 인이 토립자와 강하게 결합하여 있어 유기물질과 동시에 유출되지 못한다. site⑥의 경우 인구밀도와 축산밀도는 각각 1.2(명/ha), 4.6(head/ha)인 반면, site③은 인구밀도와 축산밀도가 각각 2.3(명/ha), 13.5(head/ha)로 인구밀도와 축산밀도 각각 2배 3배 더 높다. 그러므로 생활계와 축산계가 더 많은 site③에서 유기물질과 인이 동시에 유출되어 이들간에 상관관계가 높게 나타났다.

하지만, 강우시의 경우에는 생활계와 축산계 뿐만 아니라 자연계에서도 강우유출로 인해 인과 유기물질이 토립자와 같이 하천으로 유입되어 부유물질과 유기물질 사이에 높은 상관관계를 갖는다. Table 3을 보면 강우시 SS, COD, T-P사이에는 상관계수(r)이 0.8이상으로 매우 높은 상관관계를 나타내었다. 하지만, T-N과는 상관관계를 나타내지 않았다.

Table 3. Correlation coefficients(r) between water quality constituents

		SS vs COD	SS vs T-P	SS vs T-N	COD vs T-P	COD vs T-N	T-P vs T-N
Dry day	site ㉠	-0.215	0.062	-0.301	0.787**	0.369	0.279
	site ㉡	0.338	0.031	-0.139	-0.009	0.309	-0.162
	site ㉠+㉡	0.128	0.264	0.015	0.383*	0.360*	0.324*
Wet day	site ㉠	0.903**	0.833**	0.465*	0.881**	0.329	0.242
	site ㉡	0.852**	0.822**	0.212	0.900**	0.085	0.222
	site ㉠+㉡	0.585**	0.577**	0.150	0.905**	0.586**	0.624**

*, ** : significant at 5% and 1%, respectively

3. 회귀 분석 및 신뢰도 평가

상관분석결과 높은 상관성을 갖고 있는 강우시 SS와 COD, SS와 T-P, COD와 T-P에 대해 site㉠, site㉡, site㉠+㉡로 나누어 단순회귀분석을 실시하였다. 관계식은 X의 누승형태로 나타내었고, 관계식의 정확성을 결정하기 위해 결정계수(R²)를 구하였으며 그 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Estimation equations obtained from simple regression of the experimental data

Classification	Estimation Equation	R ²	Reliability Coefficients(α)	RMSE (mg/L)	Number of data	
SS vs COD	Site ㉠	COD = 2.9629SS ^{0.4906}	0.86	0.96	4.7	26
	Site ㉡	COD = 4.8141SS ^{0.2275}	0.88	0.97	1.4	27
	Site ㉠+㉡	COD = 4.3861SS ^{0.3396}	0.46	0.77	7.8	53
SS vs T-P	Site ㉠	T-P = 0.1832SS ^{0.4068}	0.78	0.93	0.2	26
	Site ㉡	T-P = 0.0660SS ^{0.4424}	0.79	0.94	0.1	27
	Site ㉠+㉡	T-P = 0.1509SS ^{0.3750}	0.46	0.76	0.4	53
COD vs T-P	Site ㉠	T-P = 0.0878COD ^{0.7784}	0.78	0.93	0.2	26
	Site ㉡	T-P = 0.0044COD ^{1.8033}	0.80	0.95	0.1	27
	Site ㉠+㉡	T-P = 0.0426COD ^{0.9813}	0.81	0.95	0.2	53

Table 4를 보면, SS와 COD, SS와 T-P사이의 회귀분석에 있어서 각 소유역 site㉠과 site㉡에 대해 각각 회귀식을 구하는 것이 site㉠과 site㉡를 합하여 하나의 회귀식을 얻는 것 보다 결정계수가 더 높게 나온 반면에, COD와 T-P사이의 회귀분석에 있어서는 두 유역을 합하여

얻은 회귀식의 결정계수(R^2)가 site①, site② 각각에 대해 얻은 회귀식의 결정계수보다 약간 높게 나타났다. 이것은 같은 SS의 농도에 대해 site①보다 site②의 COD와 T-P의 농도가 낮아 그 차이가 큰 반면에, 같은 COD의 농도에 대해 site①과 site②의 T-P농도가 비슷하게 나타났기 때문으로 판단된다. 즉, site①과 site②는 SS와 COD, SS와 T-P사이의 비율은 큰 반면, COD와 T-P의 비율은 비슷하기 때문에 두 유역을 합하여 얻은 회귀식에서 결정계수가 크게 차이가 난다. 이처럼 두 소유역의 비율이 차이가 나는 이유는 강우시 발생하는 SS가 site②의 경우는 대부분 밭과 산림에서 발생한 것인 반면, site①은 축산농가와 일부 주택가에서 오수가 유입되었기 때문에 site①에서 높은 COD와 T-P의 농도를 나타내었다. 하지만, SS에 포함되어 있는 COD와 T-P의 비는 비슷하게 나타났기 때문이다. 그러므로, 여러 유역에 대해 하나의 회귀식을 구하는 것 보다 각각의 유역에 대한 회귀식을 구하여 이를 적용하는 것이 보다 더 정확한 수질 예측이 가능할 것으로 판단된다.

신뢰도 분석이란 신뢰도를 정확성으로 정의할 경우 하나의 측정도구에서 얻어진 측정치가 측정된 특성의 참된 측정치인가를 판단할 경우 사용되는 분석기법이다²⁴⁾. 회귀분석에 의해 얻은 추정식의 신뢰도 분석 결과는 Table 4와 같다. 일반적으로 신뢰도의 척도인 크론바하의 알파값이 0.60이상이면 신뢰도에 별문제가 없는 것으로 일반화되어 있으며, Nunnally(1978)는 탐색적인 연구분야에서는 크론바하 알파값이 0.60이상이면 충분하고, 기초연구분야에서는 0.80, 그리고 중요한 결정이 요구되는 응용연구분야에서는 0.90이상이어야 한다고 주장하고 있다²⁴⁾.

본 연구에서 얻은 추정식의 크론바하의 알파값은 site①과 site②를 합하여 얻은 SS와 COD, SS와 T-P의 추정식을 제외하고는 모두 0.90이상의 값을 나타내고 있으므로 신뢰도에 문제가 없는 것으로 나타났다.

4. 고찰

강우시 두 지점의 소유역에서 SS, COD, T-P에 대해 분산분석 및 회귀분석을 하였으며, 그 결과 결정계수가 높은 회귀식을 구했다. 이 회귀식을 사용할 경우 SS, COD, T-P중 어느 하나의 농도를 알고 있다면 다른 2개의 농도 추정이 가능할 것으로 생각된다.

강우시 유역에서 발생하는 지표면 유출을 모니터링 할 때, SS, COD, T-P를 모두 실측하는 것보다는, 상대적으로 분석이 용이한 SS를 실측한 후 SS와 COD, SS와 T-P에 대한 회귀식을 이용하여 COD와 T-P의 결과를 얻는다면 많은 비용과 노력을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

수질예측에 있어서 COD와 T-P는 물리적, 화학적, 생물학적 변환과정까지 고려하여 여러 가지 복잡한 입력자료를 넣어도 정확한 결과치를 얻기가 힘든 항목이다. 반면에 SS는 여러 유역 모형을 이용할 경우 쉽고 정확하게 예측할 수 있다. 그러므로, 강우에 의한 지표면 유출수의 수질예측시 예측하기 쉬운 SS만을 예측한 후 회귀식을 이용하면 쉽고 정확하게 COD와 T-P의 농도를 얻을 수 있다.

또한, 넓은 면적의 유역에서 장기간 동안 연속적으로 수질을 모니터링하고자 할 경우, 인공 위성영상자료 또는 항공사진으로부터 탁도와 SS의 상관관계를 이용하여 SS의 농도를 구한 후 회귀식을 이용하면 연속적인 COD와 T-P의 농도를 얻을 수 있다.

그러나, 본 연구에서와 같이 회귀식을 이용하여 다른 수질항목을 예측하는 경우 대상유역의 비료 사용률, 용존성 인의 비율, 점원오염원의 존재, 생물학적인 분해 및 흡수 등에 의해 신뢰도가 크게 떨어질 수 있다.

IV. 요약 및 결론

두 지점의 소유역에서 평상시와 강우시 수질에 대해 수질조사 및 상관분석, 회귀분석, 신뢰도분석과 같은 통계분석을 실시하였다. 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 평상시 수질분석 결과 모든 항목에서 site⑥보다 site④에서 높은 농도를 나타내었으며, 강우시는 SS를 제외한 모든 항목에서 site⑥보다 site④에서 높은 농도를 나타냈다. 이는 site④에 더 많은 오염원이 존재하기 때문이다.

2. 평상시의 경우 site④의 COD와 T-P 사이에서만 상관관계가 존재하였지만, 강우시는 두 지점 모두 SS, COD, T-P사이에 높은 상관관계가 나타났으며, 회귀분석 결과 얻은 회귀식의 결정계수 역시 높게 나타났다. 또한, 회귀분석에서 얻은 회귀식을 이용하여 예측한 농도와 실측치 사이에 신뢰성 분석결과 크론바하의 알파값이 모두 0.90이상의 값을 나타내므로 신뢰도에 문제가 없는 것으로 나타났다.

3. 회귀분석을 통해 SS와 COD, SS와 T-P간의 회귀식을 구한다면, 수질 모니터링에 있어서 상대적으로 분석이 용이한 SS값을 이용하여 COD와 T-P의 농도를 예측할 수 있으며, 수질 예측에 있어서 유역모델을 이용해 예측이 쉽고 정확한 SS를 예측한 후 회귀식을 이용하여 COD와 T-P를 예측할 수 있다.

4. 인공위성사진 또는 항공사진을 이용하여 탁도로부터 SS의 농도를 얻는다면 회귀식을 이용해 연속적이고 장기적이며 광역적인 수질 모니터링이 가능하다.

5. 회귀식을 이용한 수질예측은 유역의 토지이용 및 유역상황에 따라 신뢰도가 크게 차이가 날 수 있다.

V. 참고문헌

1. 농어촌진흥공사 농어촌연구원, 1999, 자연정화기법에 의한 화용지구 담수호 수질개선 방안.
2. 윤춘경, 권순국, 윤춘경, 1999, 수질개선을 위한 인공습지 실험자료에 의한 유출수 농도 추정식 개발, 한국농공학회지, 41(5), pp. 86-92.
3. 전지홍, 2000, SWMM과 회귀법을 이용한 유역에서의 비점오염원 부하량 산정 비교 연구, 전국대학교 대학원, pp. 26-57.
4. 정충영, 최이규, 1998, SPSSWIN을 이용한 통계분석, pp198-210.
5. 최중대, 최예환, 김기성, 1995, 방목지와 초지의 지표수 및 지하수 수질 특성, 한국수자원학회지, 28(3), pp.175-186.
6. APHA, 1995, Standard Methods for the examination of water and wastewater, 19th Edition, American Public Health Association. pp.4-65~4-114, 5-2~15.
7. Wall GJ; Bos AW; Marshall AH, 1996, The relationship between phosphorus and suspended sediment loads in ontario watersheds, Journal of Soil & Water Conservation, 51(6) pp. 504-507.