농업용 저수지에서 Chl-*a*와 COD, TN, TP 간의 상관관계 분석

Analysis of Relationship between Chl-*a*, COD, and TN, TP
in the Agricultural Reservoirs

이새봄* · 윤춘경 · 정광욱 · 김형철 (건국대학교)
Lee, Sae Bom* · Yoon, Chun Gyeong · Jung, Kwang-Wook · Kim, Hyung-Chul

Abstract

Monitoring data from agricultural reservoirs throughout the country were analyzed to evaluate the limiting factor for algal growth and correlationship between Chl-*a*, total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), and chemical oxygen demand (COD). It was used for the analysis to monitored data of 394 reservoirs such as TP, TN, Chl-*a*, and COD from 1999 to 2003. This study analyzed water quality items in terms of areas, seasons. It turned out that phosphorus in agricultural reservoirs (about 80%) was dominant limiting factor for algal growth. Therefor, it appears that the appropriate managements of phosphorus in the agricultural watershed are crucial to prevent excessive on algal growth. Generally, there is correlation between Chl-*a* and TP while Chl-*a* do not have effect on TN. Also, Chl-*a* have influence on COD. This study could be used beneficially for water quality management of agricultural reservoirs and related water quality modeling.

Ⅰ. 서 론

우리나라의 수자원 총량 중 24%만이 이용가능수량으로, 이 중 농업용수는 약 50%를 차지하므로 농업용수는 수자원 이용에 매우 중요한 요소이다. 특히 농업용수의 60% 이상을 저수지에서 공급받기 때문에 저수지는 용수원으로써 중요한 역할을 하고 있다. 그러나 최근 들어 생활수준의 향상에 따라 수량 뿐 아니라 수질에 대한 기대치가 높아지면서 합리적인 수질오염관리의 필요성이 강조되고 있다. 특히 저수지의 수질오염관리를 위해서는 유역으로부터의 오염부하량 감소 뿐 아니라 저수지의 수질에 영향을 미치는 물리적인 인자를 충분히 고려하여 이에 적합한 수질관리 대책 수립이 중요할 것이다. 호소 내에서의 오염물질 성분들은 각각 독립적으로 반응을 하는 것이 아니라 여러 항목들 간에 복합하게 서로 영향을 주게 된다. 특히 호소 내로 유입하는 영양물질은 호소 내의 수화현상을 일으키며, 조류의 내부생산에 의해 COD가 증가한다.

본 연구의 목적은 농업용 저수지의 수질항목들 간의 상관성을 조사하여 체계적인 수질관리를 위한 자료를 제공하고자 한다.

Ⅱ. 재료 및 방법

본 연구에 이용된 수질자료는 농업기반공사에서 운영 중인 농업용 저수지 394개소의 1999~2003년간의 자료이다. 본 연구는 우리나라 농업용 저수지의 수질 간의 항목들 간의 상관관계에 대해 분석하였다. 수질 분석은 온도, pH, EC, DO, BOD, COD_{Mn}, TN,

2005년 한국농공학회 학술발표회 논문집(2005년 10월 28일)

TP, SS, Chl-*a* 등에 대해 실시하였다. COD_{Mn}의 경우는 현재 국내 수질기준에서 망간법이 기준이기 때문에 크롬법보다 산화력이 약한 망간법으로 실시하였고 나머지 항목은 Standard Method에 의해 분석하였다.

본 연구에서는 수질 측정 자료를 계절별, 지역별로 나누어서 Chl-*a*의 성장에 영향을 미칠 가능성 있는 영양물질인 TP, TN와 Chl-*a*의 회귀분석을 하였다. 그리고 Chl-*a*의 내부생산에 의한 COD의 증가를 감안하여 Chl-*a*와 COD의 회귀분석을 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 계절에 따른 상관분석 및 회귀분석 결과

우리나라 농업용 저수지의 계절에 따른 각 수질항목 간의 상관계수(r)를 구한 결과는 Table 1과 같다. 상관계수는 Chl-*a*와 COD, Chl-*a*와 TP, Chl-*a*와 TN 순으로 크게 나타났다. COD, TP에서는 상관계수가 0.6이상으로 높았지만 TN과는 상관계수가 높게 나오지 않았다. Chl-*a*의 구성 성분 중 탄소(C)가 가장 많은 부분을 차지하고 있기 때문에 Chl-*a*와 COD는 직접적으로 관련이 있는 것으로 판단되며 Chl-*a*와 TP의 상관관계가 Chl-*a*와 TN보다 높은 것은 우리나라 농업용 저수지의 한계영향물질의 약 80%가 TP이기 때문이다.

Table 1. 수질항목 간의 계절별 상관계수(r)

Season		r
Chl-*a* VS TP	Spring	0.70
	Summer	0.66
	Fall	0.60
	Winter	0.62
Chl-*a* VS TN	Spring	0.50
	Summer	0.45
	Fall	0.43
	Winter	0.47
Chl-*a* VS COD	Spring	0.69
	Summer	0.72
	Fall	0.69
	Winter	0.76

Spring : March~May, Summer : June~August
Fall : September~October, Winter : November~December
Unit : Chl-*a*(㎍/l), TP(㎍/l), TN(㎎/l), COD(㎎/l)

상관분석한 결과로 높은 상관성을 갖고 있다고 판명되는 Chl-*a*와 TP, Chl-*a*와 COD에 대해 회귀분석을 실시하였다. 계절에 따른 각 수질항목 간의 결정계수(R^2)를 구한 결과는 Table 2와 Fig. 2와 같다. Chl-*a*와 TP의 상관관계 결과는 봄과 여름에는 높은 결정계수가 나타났지만 가을과 겨울에는 낮게 나타났다. 따라서 Chl-*a*는 영양물질인 TP에만 영향을 받는 것이 아니라 온도에도 영향을 받는 것을 알 수 있다. 그리고 Chl-*a*와 COD에 대한 상관관계 결과는 계절에 상관없이 다 높게 나왔다.

Fig 2. 수질항목 간의 계절별 그래프

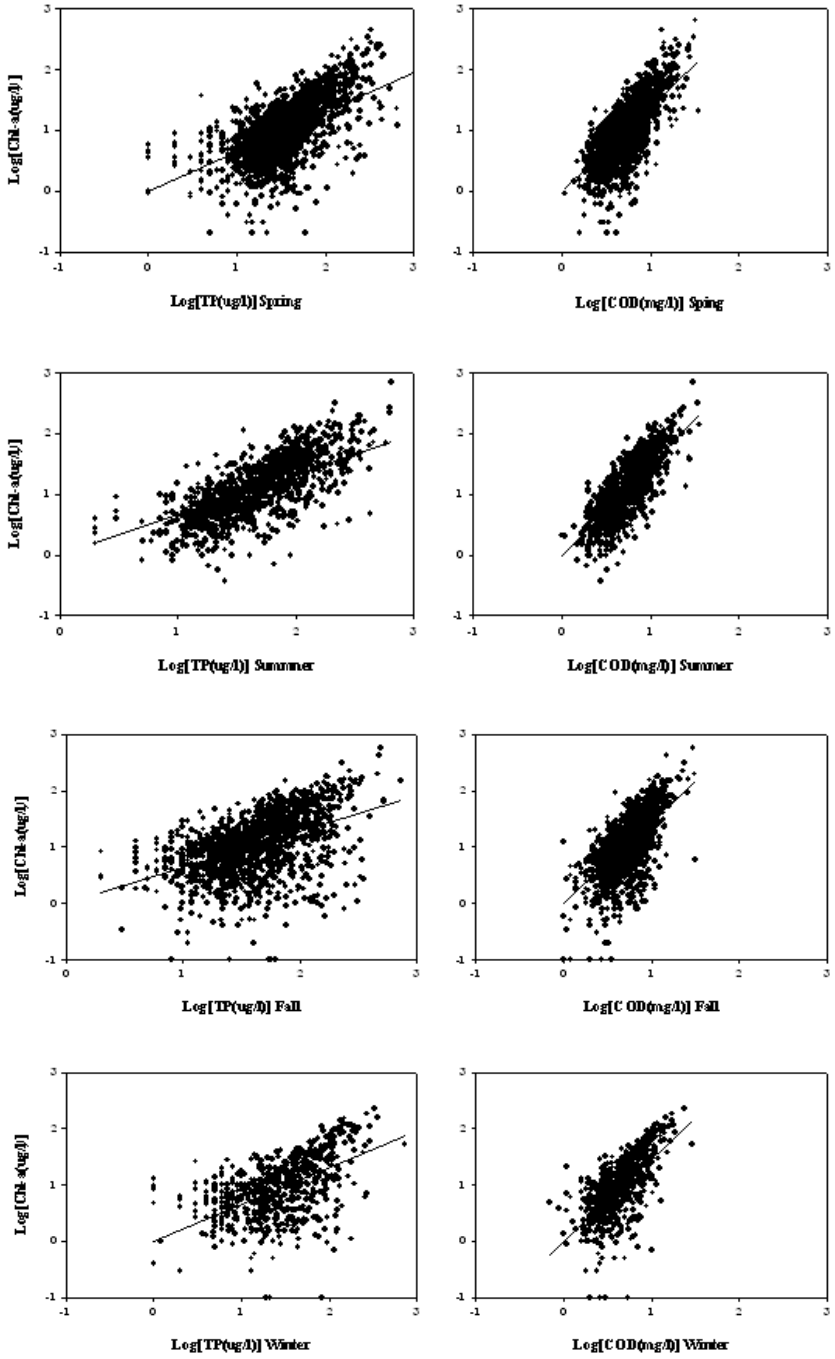


Table 2. 수질항목 간의 계절별 회귀식과 결정계수(R^2)

Season		Equation	R^2	N
Chl-*a* VS TP	Spring	Log(chl-*a*) = 0.33 × Log(TP) + 1.19	0.49	1559
	Summer	Log(chl-*a*) = 0.31 × Log(TP) + 0.93	0.44	1452
	Fall	Log(chl-*a*) = 0.31 × Log(TP) + 2.35	0.36	1351
	Winter	Log(chl-*a*) = 0.28 × Log(TP) + 4.73	0.39	664

Chl-*a* VS COD	Spring	Log(chl-*a*) = 6.43 × Log(TP) - 20.15	0.48	1557
	Summer	Log(chl-*a*) = 6.41 × Log(TP) - 18.79	0.52	1424
	Fall	Log(chl-*a*) = 6.92 × Log(TP) - 20.00	0.48	1348
	Winter	Log(chl-*a*) = 5.91 × Log(TP) - 12.74	0.59	664

Spring : March~May, Summer : June~August, Fall : September~November
Unit : Chl-*a*(㎍/l), TP(㎍/l), TN(㎎/l), COD(㎎/l)
N : Number of data set

2. 지역에 따른 회귀분석 결과

우리나라 농업용 저수지의 지역에 따른 각 수질항목 간의 상관계수(r)를 구한 결과는 Table 3과 같다. 위의 계절에 따른 결과와 같이 COD, TP의 상관계수는 높았지만 TN의 상관계수는 높게 나오지 않았고 충청도와 경기도의 Chl-*a*와 TP, Chl-*a*와 COD의 결과가 눈에 띄게 높게 나왔다.

Table 3. 수질항목 간의 지역별 상관계수(r)

	Area	r
Chl-*a* VS TP	Gyonggi-do	0.62
	Gangwon-do	0.48
	Chungcheong-do	0.62
	Jeolla-do	0.25
	Gyeongsang-do	0.47
Chl-*a* VS TN	Gyonggi-do	0.33
	Gangwon-do	0.30
	Chungcheong-do	0.43
	Jeolla-do	0.28
	Gyeongsang-do	0.32
Chl-*a* VS COD	Gyonggi-do	0.69
	Gangwon-do	0.65
	Chungcheong-do	0.73
	Jeolla-do	0.71
	Gyeongsang-do	0.59

Unit : Chl-*a*(㎍/l), TP(㎍/l), TN(㎎/l), COD(㎎/l)

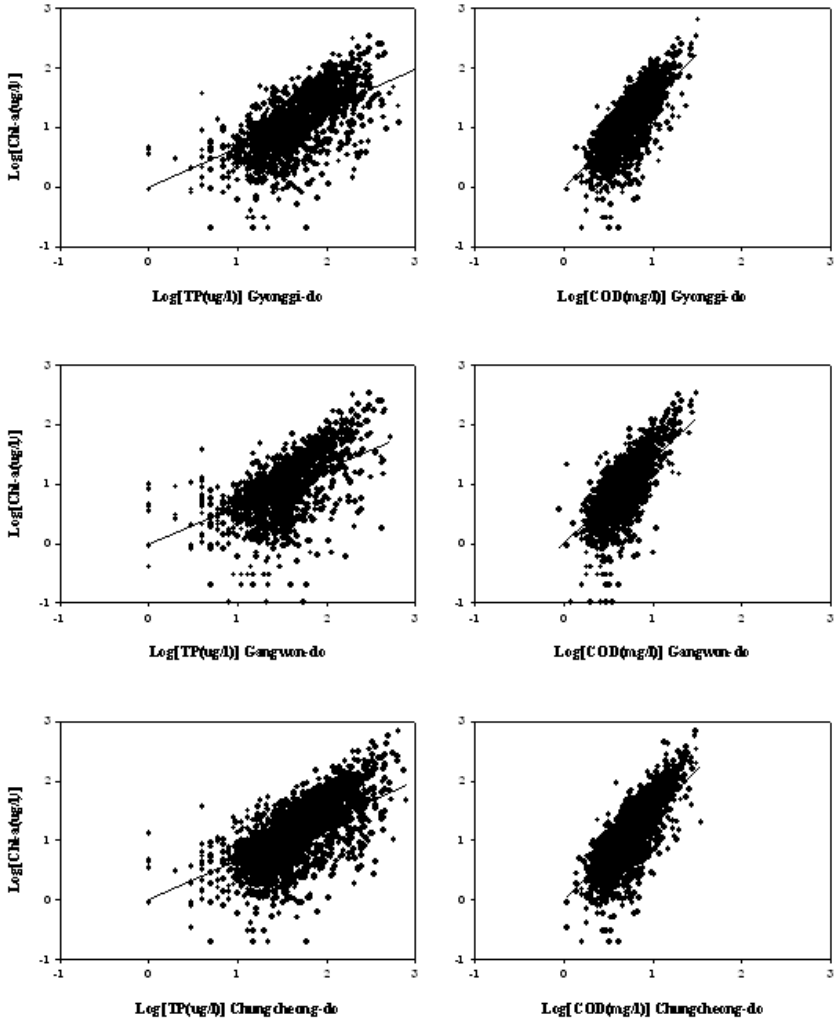
상관분석 결과 위와 같이 높은 상관성을 갖고 있는 Chl-*a*와 TP, Chl-*a*와 COD 에 대해서만 회귀분석을 실시하였다. 지역에 따른 각 수질항목 간의 결정계수(R^2)를 구한 결과는 Table 4와 Fig. 3과 같다. 결정계수가 가장 큰 지역은 충청도로 TP는 0.39, COD는 0.54로 나타났고 가장 작은 지역은 TP는 전라도 0.06, COD는 경상도 0.34로 나타났다. 따라서 지역 간의 Chl-*a*와 수질항목 간의 상관관계는 지역의 특성에 따라 상이하게 나타나는 것을 알 수 있다.

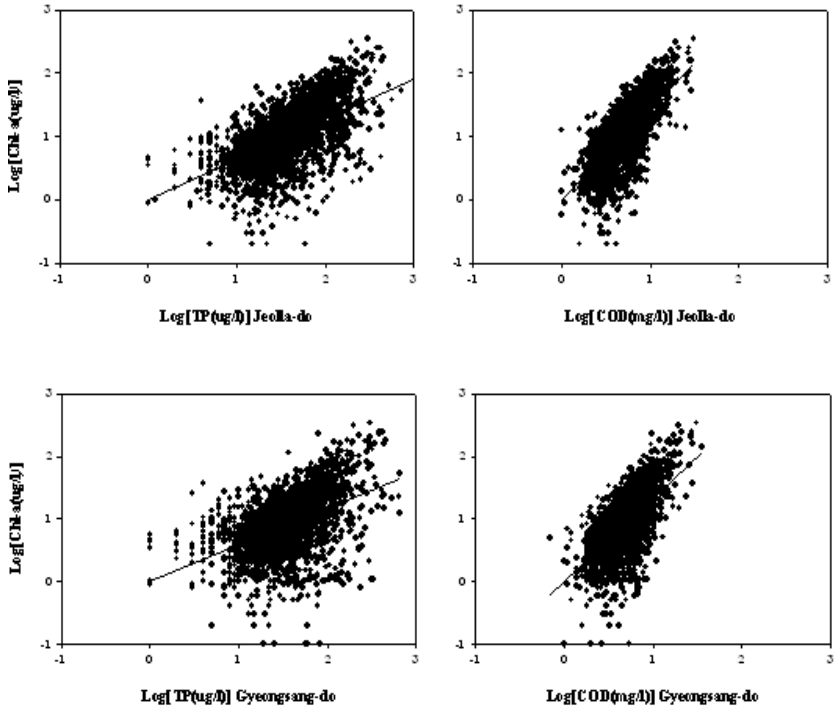
Table 4. 수질항목 간의 지역별 회귀식과 결정계수(R^2)

	Area	Equation	R^2	N
Chl-*a* VS TP	Gyonggi-do	Log(chl-*a*) = 0.2194 × Log(TP) + 7.7809	0.36	682
	Gangwon-do	Log(chl-*a*) = 0.1764 × Log(TP) + 3.6409	0.23	301
	Chungcheong-do	Log(chl-*a*) = 0.3285 × Log(TP) + 4.2857	0.39	1318
	Jeolla-do	Log(chl-*a*) = 0.0451 × Log(TP) + 15.332	0.06	1586
	Gyeongsang-do	Log(chl-*a*) = 0.1726 × Log(TP) + 3.9691	0.23	1469
Chl-*a* VS COD	Gyonggi-do	Log(chl-*a*) = 6.6212 × Log(TP) - 19.483	0.43	682
	Gangwon-do	Log(chl-*a*) = 4.4339 × Log(TP) - 8.4487	0.42	301
	Chungcheong-do	Log(chl-*a*) = 8.3616 × Log(TP) - 30.186	0.54	1318
	Jeolla-do	Log(chl-*a*) = 4.7975 × Log(TP) - 9.3098	0.51	1586
	Gyeongsang-do	Log(chl-*a*) = 3.7307 × Log(TP) - 7.6638	0.34	1469

Unit : Chl-*a*(㎍/l), TP(㎍/l), TN(㎎/l), COD(㎎/l)

Fig 2. 수질항목 간의 지역별 그래프





Ⅳ. 결 론

우리나라 농업용 저수지의 계절, 지역에 따른 수질항목 간 분석 결과를 보면 Chl-*a*와 TP, COD와의 상관성은 높게 나왔으나 TN과의 상관성은 상대적으로 낮게 나왔다. 이로 TP는 Chl-*a*의 성장에 영향을 주었고, 또한 이 Chl-*a*의 성장으로 COD의 내부생산이 증가했다는 것을 알 수 있으며 TN과 Chl-*a*의 상관성은 거의 없는 것으로 판명되었다.

Chl-*a*의 측정은 다른 항목보다 상대적으로 시간과 노력이 많이 필요하고 또한 조류가 번성하는 시기에 제한적으로 측정해야 한다는 단점을 갖고 있다. 그러나 위의 결과를 토대로 Chl-*a*와 상관성이 있는 COD나 TP를 이용하여 Chl-*a*의 측정을 간접적으로 추정할 수 있다. 그리고 Chl-*a*와 다른 수질항목 간의 상관관계는 지역의 특성에 따라 다르게 나타날 가능성이 있기 때문에 각 지역마다 적합한 지수식을 도출하여 조류의 번성을 예상할 수 있을 것이다. 또한 우리나라 대부분의 농업용 저수지에서 Chl-*a*와 TP가 높은 상관성을 가지고 있다는 결과로 알 수 있는 점은 조류를 억제시키는 기법으로 이는 인 농도를 감소시키는 것이다. 따라서 농업용 저수지의 수화현상을 방지하기 위해서는 영양물질과 조류와의 관계를 규명한 후 원인이 무엇인지 정확히 파악하여 적절한 대책을 수립해야 한다.

Ⅴ. 참고문헌

함종화, 2000, 농촌유역에서의 SS, COD 및 T-P간의 상관관계 분석
전지홍, 2002, 농업용 저수지의 물리적 인자가 수질에 미치는 영향