

수질예측모델에서의 매개변수 변화특성

Changing Characteristics of Parameters in Model for Water Quality Prediction

김 선 주 · 김 성 준 · 이 석 호*(건국대)
Kim, Sun Joo · Kim, Seong Joon · Lee, Suk Ho

Abstract

In order to operate water quality model for a lake or a channel, user should examine the all kinds of parameters and should know how them react to the model for calculating the pollution which are happened from the watershed or are reacted in the water. The aim of this study is analyzing the characteristics of parameters which are used by a water quality model (CE-QUAL-W2), so that we are trying to find out how them to react to the model for calculating the many kinds of pollution.

I. 서론

CE-QUAL-W2 모델은 Edinger와 Buchak(1975)에 의해 개발된 LARM(Laterally Averaged Reservoir Model)으로 알려져 왔으며 처음의 적용은 지류가 없는 저수지에 적용하는 모델이었고, 계속적인 수정을 통하여 지류와 유역의 상태까지 모의 가능한 GLVHT(Generalized Longitudinal - Vertical Hydrodynamics and Transport Model)로 개조되었으며 US Army Engineering Waterways Experiment Station(WES)의 수질 algorithm이 첨가되면서 CE-QUAL-W2 모델이 만들어졌다. (Environmental and Hydraulic Laboratory, 1985)

CE-QUAL-W2 모델은 2차원이며 호수의 장축에 직각방향으로 균일하다고 가정하기 때문에 수평 및 수직적 수질변화가 있는 길고 좁은 수체에 적당한 모델이다. 각 수질 항목간의 어떠한 결합도 모의 가능하며 segment 길이와 layer의 두께를 다양하게 줄 수 있는 장점이 있어 나뭇가지모양의 복잡한 수체에도 적용이 가능하다. 또한 이 모델은 방류구위치, 방류량의 계산기능이 포함되어 있으며, 수위, 유속, 수온을 예측할 수 있고, 수질 algorithm은 인산

염(PO_4-P), 용존산소(DO), 조류(algae), Labile DOM, Refractory DOM 등 21개의 수질항목으로 구성되어 있다.(Table 1). 본 연구대상지구인 보령호의 경우 공업용 폐수에 의한 오염보다는 축산폐수의 질소, 인으로 인한 부영양화가 주된 문제이므로 기존의 수질인자 중 질소, 인의 농도가 높게 나타나고 있다. 그러므로 수질 모델링에서 각각 수질인자 중 부영양화에

영향을 크게 미치는 조류의 매개변수의 상호 연관성을 살펴보고 그 변화 특성을 비교 분석함으로써 매개변수변화에 따른 수질변화특성을 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. Algal algorithm

CE-QUAL-W2 모델은 2차원이며 호수의 장축에 직각방향으로 균일하다고 가정하기 때문에 수평 및 수직적 수질변화가 있는 길고 좁은 수체에 적합하다. 각 수질 항목간의 어떠한 결합도 모의 가능하며 segment 길이와 layer의 두께를 다양하게 줄 수 있는 장점이 있어 나뭇가지모양(detritic type)의 복잡한 수체에도 적용이 가능하다. 조류에 관계하는 수질인자의 특성을 보면 Table. 1과 같이 조류의 폐사, 호흡, 광합성, 침전등의 결과로 DOM, Detritus 등의 증가를 보이고 있다.

Table. 1 Internal process interactions for variables in CE-QUAL-W2

water quality constituents	To															
	Tracer	SS	TDC	DOM(L)	DOM(R)	Algae	Detritus	Ortho-P	Ammonia-N	Nitrate-N	Oxygen	Inorganic carbon	Alkalinity	Sediment	Total iron	Surface
Tracer	F															
SS		T														
TDC			F													
DOM(L)				F	D			D	D			D				
DOM(R)					F			D	D			D				
Algae				M		Y	M	R	R		P	R		S		
Detritus							Y	D	D			D		S		
Ortho-P		A				P	A	F								A
Ammonia-N		A				P	A		F	D						A
Nitrate-N						P				F						
Oxygen				D	D	R	D		D		F			D		X
Inorganic carbon						P						F				X
Alkalinity													F			
Sediment								D	D			D				D
Total iron																Y
Surface											X	X				

Notes :

- SS = suspended solids
- TDS = total dissolved solids
- DOM = dissolved solids
- (L) = labile, (R) = refractory
- F = diffusion and advection
- Y = settling, diffusion, advection
- D = decay, decomposition, release
- M = mortality
- R = respiration
- P = photosynthesis
- A = adsorption
- X = exchange at air/water interface
- S = settling

CE-QUAL-W2는 조류를 표현하는데 있어 단일 compartment를 사용한다. 따라서 이 모델은 규조류, 녹조류 및 남조류에 대한 조류천이는 모의가 불가능하나, 영양염류, 조류 및 용

존산소(DO)간의 상호작용에 대한 모의는 가능하다. 이 모델에 사용한 조류에 대한 모식도는 Fig. 1과 같다.

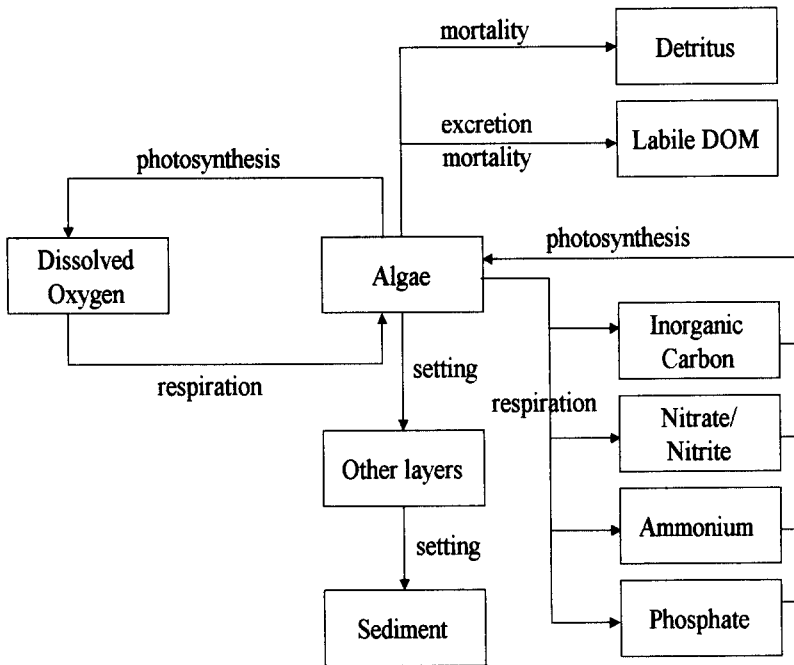


Fig. 1 Algae and other compartments

2. 조류의 매개변수(Algal parameter)

운동역학적 매개변수는 각각의 수질인자에 대해 나타나고 있으며, 그 종류도 매우 많다. 그러므로 각 수질인자중 가장 서로간의 상호작용이 높은 Algae에 대해서 민감도 분석을 실시하였고 그 종류는 다음과 같다.

Table. 2 Algal parameter

Name	Value	Description
AGROW	Real	Algal growth rate, day ⁻¹
AMORT	Real	Algal mortality rate, day ⁻¹
AEXCR	Real	Algal excretion rate, day ⁻¹
ARESP	Real	Algal dark respiration rate, day ⁻¹
ALGS	Real	Algal settling rate, day ⁻¹
ASAT	Real	Saturation intensity at maximum photosynthetic rate, W m ⁻²
APOM	Real	Fraction of algal biomass lost by mortality to detritus

III. 결과 및 고찰

1. 매개변수 변화에 따른 수질인자의 변화

모든 지류에서 유입되는 오염부하량을 일정하다고 가정하고 모델링을 하였고, 조류의 매개변수의 변화로 인한 수질인자는 조류와 조류의 영양물질인 질소와 인(NH_3 , NO_3 , PO_4)에 대하여 모의하였고 그 변화특성은 Fig. 2 와 같다.

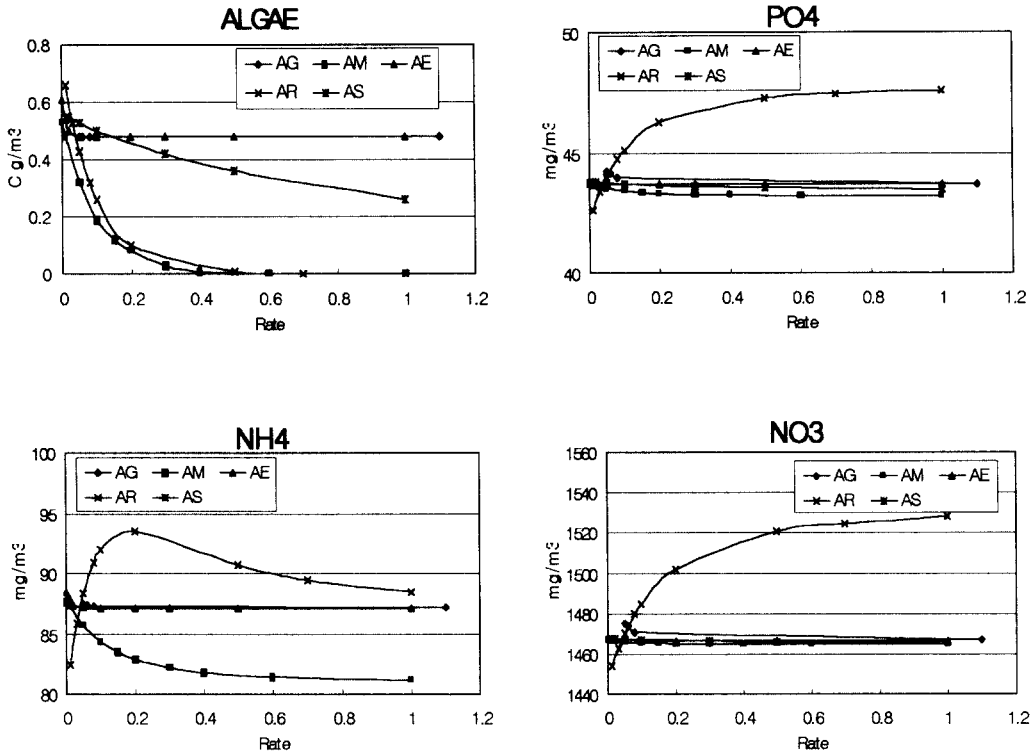


Fig. 2 Change of parameter in each compartments

조류는 앞에서 언급한 바와 같이 질소, 인과 밀접한 관계를 가지고 있다. 각각의 인자의 변화율에 따른 수질변화특성은 Fig. 2와 같다. 조류의 경우 폐사율(AM), 순 호흡율(AR)의 변화에 따라 큰 폭의 감소곡선을 나타내고 있고, 침강율(AS)의 증가도 조류의 감소에 영향을 주는 것으로 나타나고 있다. 인의 경우 전체적으로 감소현상을 나타내고 있으나 순 호흡율의 비례하여 증가하는 것으로 나타나고 있다. 암모니아성질소의 경우 순 호흡율이 0.2를 지나면서 감소하는 경향을 나타내고 있고 폐사율의 증가로 현저히 감소하는 경향을 나타내고 있다. 질산성질소의 경우는 인과 마찬가지로 순 호흡율의 증가로 인한 질산성질소의 큰 폭의 증가를 제외하고는 전체적으로 약간의 감소양상을 보이고 있다.

IV. 결론

지금까지의 결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 조류성장율의 증가로 조류가 증가하게 되고 그로 인하여 조류의 영양물질인 질소와 인이 감소하는 양상을 나타내고 있다.
2. 조류의 사망률이나 배설물등은 기타 수질인자에 큰 영향을 미치지 못하는 못하였다. 그것은 배설물등이 초기에는 유기질소의 형태로 나왔다가, 질산화과정을 통해서 암모니아성질소, 질산성 질소로 바뀌어 가기 때문에 초기에는 변화가 없는 것으로 판단된다.
3. 조류의 야간 호흡율이 증가하게되면 당연히 용존산소는 감소하게 되고 영양물질은 증가하게 된다. 여기서 특이한 점은 암모니아성질소가 호흡율에 비례하여 증가하다가 다시 감소하는 양상을 보이게 되는데, 이것은 조류의 야간 호흡율이 0.2이상 이 되면 질산화 과정이 활발히 이루어짐을 보여주고 있다.
4. 조류의 침강율은 조류의 성장제한 요소로만 작용할 뿐 그 외 특별히 다른 수질인자에 영향을 주지 않는 것으로 나타나고 있다.

지금까지 보령 담수호의 수질 모델링을 하기위한 수질 인자의 변화 특성 및 변화 양상을 측정하기위하여 모델의 여러 가지 매개변수중 조류에 관계된 수질인자의 매개변수 변화 특성을 살펴보았다. 그 결과를 보면 순 호흡율인 AR(Algal dark respiration rate)이 각 수질인자에 상당히 민감한 영향을 주는 것으로 나타났고 그 다음 AM(Algal mortality rate)이 질소 변화에 민감한 변화를 보이는 것으로 나타났다. 특히 순 호흡율의 변화로 인해 조류의 영양물질인 질소와 인의 변화가 크므로 일조시간에 대한 정확한 입력자료가 필요할 것으로 판단된다.

앞에서 언급한 바와 같이 수질모델의 매개변수는 각각 수질인자에 대해 여러 가지의 매개변수가 나타나 있었고, 하나의 수질항목에 대한 매개변수는 그 수질항목의 변화에만 관여하는 것이 아니라 다른 수질항목인자에 다양하게 관계하고 있다. 이런 다양한 모델의 인자특성을 정확히 파악해야만 자연현상에 보다 접근할 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 참고문헌

1. Winfried Lampert and Ulrich Sommer, 1997. Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams, Oxford University Press, New York Oxford
2. Nother American Lake Management Society, 1990. Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual, U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C.
3. Robert G. Wetzel and Gene E. Likens, Limnological Analyses, Springer-Verlag
4. Thomas M. Cole and Edward M. Buchak, 1995. CE-QUAL-W2: A Two-Dimensional, Laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model, Version 2.0
5. 최홍림 · 한수연. 1997. 구릉지에 밀집한 소규모 낙농가의 축산폐수가 지천의 수질환경에 미치는 영향. 서울대학교 농업생명과학대학 동물자원학과.
6. 농업용수 수질관리지침. 1997. 농림부.

7. 이명규 · 이재일. 1995. 축산분뇨에 의한 환경오염현황과 대책. 상지대학교 이공과대학 환경공학과.
8. 서울대학교 농업생명과학대학 부속 농업개발연구소. 1993. 농어촌용수 환경관리에 관한 연구 (Ⅱ). 농림수산부 · 농어촌진흥공사.
9. 김형석. 1972. 한강에 있어서 Fecal Coliform과 Fecal Streptococci의 위생화학적 고찰. 한국육수학회지.
10. 류재근, 이희수, 이원곤, 김태중, 이택중, 이택주, 1986a. 축산폐수가 하천오염에 미치는 영향에 관한 연구. -세균학적 조사를 미치는 영향에 관한 연구.-세균학적 조사를 중심으로, 재한수의 사회지. 22(4):238-244.
11. 농림수산부 농어촌진흥공사 (1992). 농어촌용수 환경관리에 관한 연구. 서울대학교 농업개발연구소 연구보고서.