

OE1) 하천유황에 따른 하천수질예측

장인수, 박기범¹, 김진극¹, 오건흥, 이원호¹, 김지학¹
충주대학교 환경공학부, ¹충주대학교 토목공학부

1. 서 론

장래 하천 수질 예측과 주요하천의 목표 수질을 산정하기 위하여 하천의 수질예측 모형은 Streeter-Phelph을 효시로 하여 DO-SAG, MIT, LAGRANGIAN, QUAL I, QUAL II, USGS, WASP-5, 등이 있다. 이용된 수치해석 기법으로는 유한 요소법 또는 유한 차분법을 이용하였으며 예측 가능 수질항목과 과 모형의 특성에 따라서 여러 가지로 나눌 수 있다. 수질 모델링을 수행하기 위하여 대상 하천의 특성, 해석 목적 해석 수질항목, 모형의 정확도 등을 고려하여 적절한 모형을 선정해야 하므로 본 연구에서는 수질예측 결과의 신뢰도가 입증된 QUAL2E모형을 선정하여 충주지역에 위치한 달천과 충주천등의 수질예측을 실시하였다.

2. 재료 및 실험 방법

하천수질예측 모형에 의한 수질예측 대상 하천은 괴산댐 상류 하천인 괴산군 청천면 후평리에 위치한 후평교로부터 충주호 조정지댐 하류인 양성천 합류까지로 화양천, 쌍천, 동진천, 음성천, 석문동천, 요도천, 충주천, 영덕천, 한포천, 양성천 등을 고려하여 Head Water는 14개를 두었으며 Head Water1은 후평교이고, Head Water2는 화양천상류 송면교로부터 달천합류전까지, Head Water3는 쌍천상류로 괴산군 칠성면 태성리로 하였다.

그리고 동진천은 향교말, 음성천은 음성읍 시내, 석문동천은 온천리 영천교로부터 달천합류전인 토계교까지로 유로의 연장이 16km정도 이다. 요도천은 주덕읍 상류인 원천리 대신교로부터 달천 합류전까지, 충주천은 교현천 상류와 충추천 상류로 충주시 상류하천을 Head Water로 하였다. 영덕천은 엄정천 상류와 영덕천 상류를 Head water로 하였으며, 한포천은 상류로부터 태평교까지를 대상구역으로 잡았다. 양성천은 양성면 용대리로부터 달천합류전까지로 대상유역을 산정하였으며 유입지천은 5개를 두어 압청천, 성황천, 암민천, 건계천, 연하리천을 고려하였다. 후평교로부터 충주호 조정지댐 하류 양성천 합류후까지의 길이는 92km이다. 그리고 하천의 수리학적 특성이 유사한 구간을 고려하여 Reach는 49개로 구분하였다. 또한 1개의 Element는 0.5km로 하여 모델링하였으며 대상유역의 하천연장, 하상경사 등은 1:25000 지형도를 사용하여 구하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 모형의 검정에 사용된 자료는 실측된 수질자료와 환경청에서 운영하는 환경부 측정 자료를 이용하여 QUAL2E-H 모형의 변수를 보정함으로써 수질예측모형이 실제수

역의 특성을 잘 반영할 수 있도록 하였다. 모형의 보정결과는 다음 표 1과 같다. 그리고 달천 하천수질모형의 수질변수들에 대한 보정결과 결정계수가 상당히 높으므로 실제수역의 특성을 잘 반영될 수 있다.

표 1. 달천유역의 수질예측모형에 대한 보정결과

NOD	BOD		SS		T-N		T-P	
	실측값	계산값	실측값	계산값	실측값	계산값	실측값	계산값
15	0.30	0.40	3.20	3.30	1.53	1.633	0.212	0.213
37	0.60	0.70	1.50	1.60	2.52	2.512	0.346	0.343
39	0.50	0.60	0.50	3.10	1.46	2.063	0.232	0.236
68	1.40	1.50	3.50	3.40	5.83	5.904	0.229	0.225
101	0.10	0.20	11.20	11.20	4.14	4.113	0.204	0.210
103	1.00	0.50	5.00	4.90	3.40	4.215	0.293	0.281
122	0.20	0.30	3.80	5.00	3.06	3.572	0.202	0.194
163	0.30	0.60	8.90	6.50	3.12	3.546	0.204	0.160
179	1.13	1.10	9.60	9.60	3.44	3.517	0.006	0.015
183	1.02	1.10	6.30	7.40	4.69	4.735	0.006	0.006
211	1.25	1.20	12.00	12.50	4.93	4.944	0.006	0.006
229	1.57	1.50	12.60	11.20	3.81	3.845	0.007	0.007
233	1.21	1.20	2.00	2.50	1.96	2.067	0.007	0.007
266	2.24	2.10	35.40	33.20	4.20	4.276	0.008	0.008
271	1.02	1.30	17.60	19.50	7.49	7.608	0.006	0.006
276	2.89	2.40	22.20	22.60	7.86	7.762	0.006	0.006
277	1.23	1.20	12.20	12.20	5.53	5.662	0.007	0.007
286	3.23	3.10	31.20	21.80	6.91	6.987	0.009	0.008
290	4.12	4.10	32.20	30.30	7.44	7.309	0.018	0.013
307	1.80	1.80	3.20	3.20	2.72	2.702	0.039	0.039
349	1.24	1.20	6.20	6.80	2.85	2.901	0.006	0.006
356	1.24	1.20	10.60	10.00	3.20	3.154	0.008	0.007
358	1.12	1.10	6.10	6.10	4.49	4.446	0.008	0.008
368	1.28	1.20	7.13	7.10	3.85	3.947	0.007	0.008
384	1.11	1.10	12.20	12.20	2.77	2.788	0.008	0.008
411	1.34	1.40	22.20	22.60	2.92	2.863	0.008	0.008
416	1.08	1.10	5.00	5.00	2.39	2.446	0.009	0.009

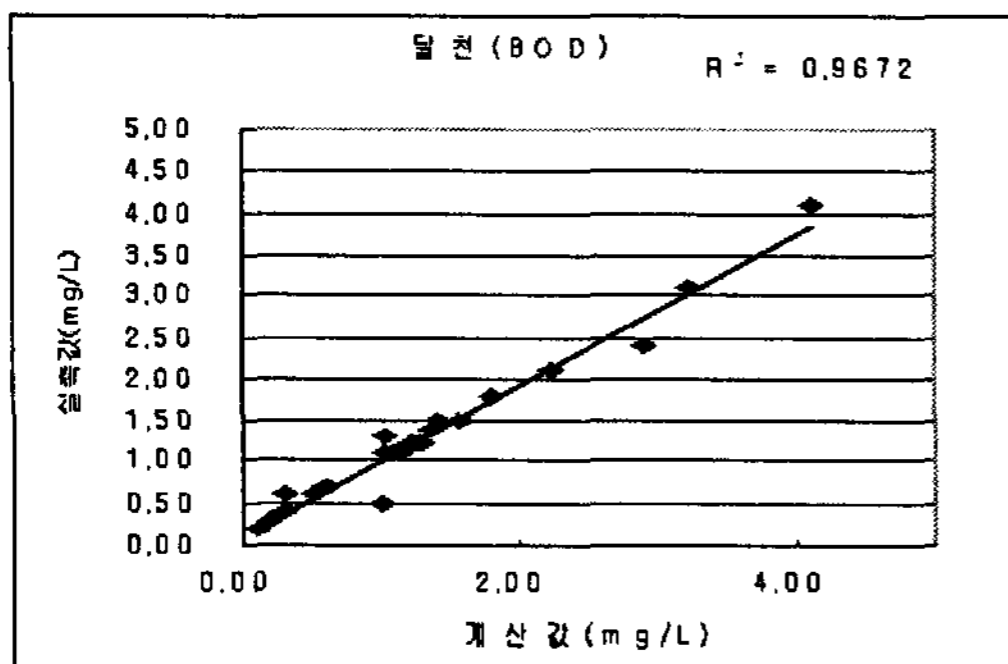


그림 1. 모형의 보정(BOD)

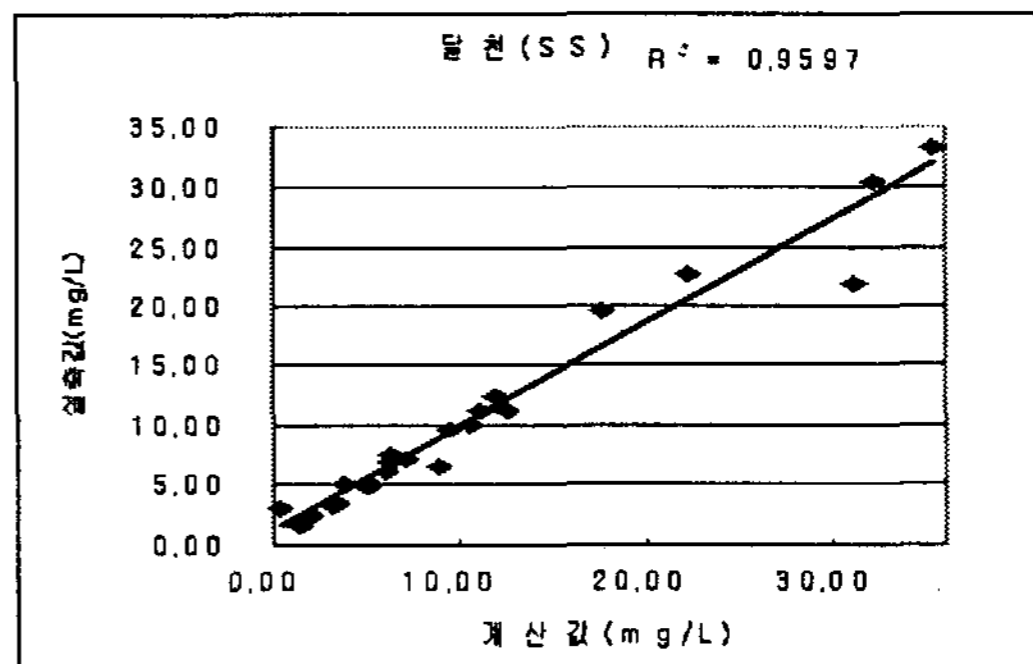


그림 2. 모형의 보정(SS)

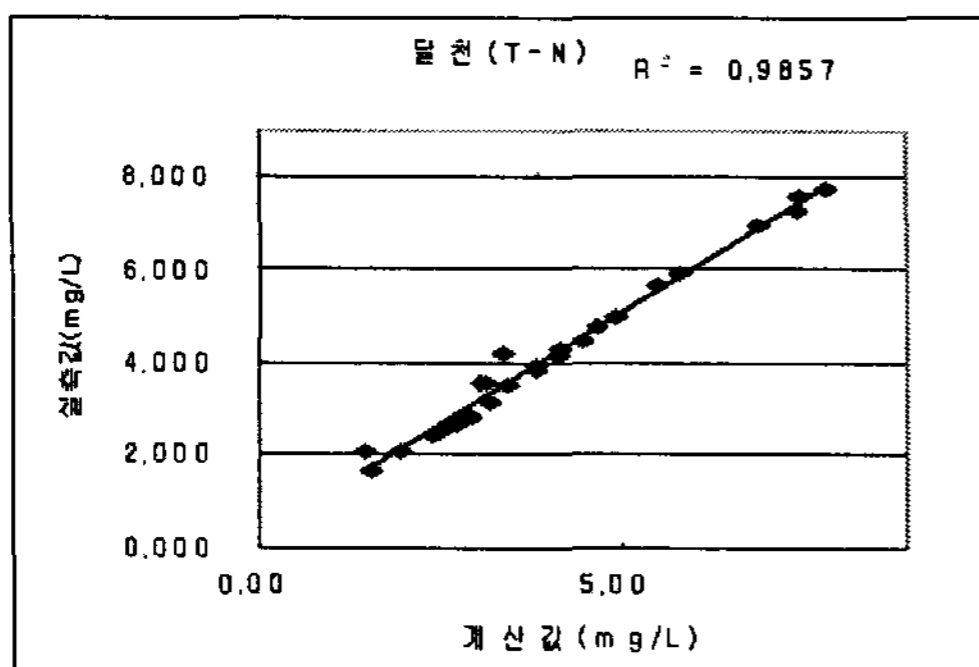


그림 3. 모형의 보정(T-N)

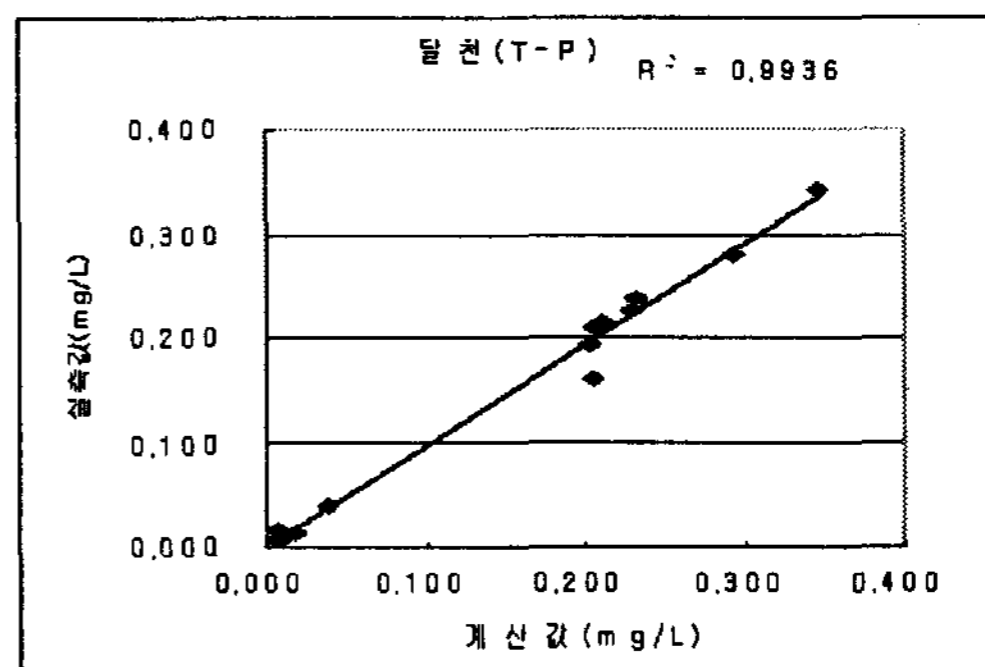


그림 4. 모형의 보정(T-P)

본 연구의 주요 하천인 남한강지류인 달천강과 충주시에 위치한 주요하천에 대하여 QUAL-2E 하천수질예측 모형으로 주요 수질항목별로 2006년, 2011년, 2016년을 예측하였다. 모의대상 수질항목은 수질환경보전법에 따라 각 하천별로 BOD, SS, T-N 및 T-P를 선정하여 예측하였다.

달천의 최상류인 괴산댐 상류 후평교로부터 남한강 본류인 충주호 조정지댐 까지 67.53km 구간과 화양천 8.5km, 쌍천 8.5km, 동진천3km, 음성천 18.5km, 석문동천 16km, 요도천 18.5km, 충추천은 교현천을 포함해서 11.5km, 영덕천은 엄정천을 포함한 11.5km, 한포천 15km, 양성천은 9km 구간의 수질을 년도별로 예측하였다.

달천 하천의 수질예측은 4월을 기준으로 하여 수질예측결과 2006년 BOD의 경우 괴산군 청천면 후평교로부터 BOD 농도가 약 0.4mg/l를 유지하면서 압정천 합류후까지 지속되는 것으로 나타났다, 그리고 화양천의 경우 약 0.6mg/l의 농도를 보이고 하천수질 I 등급을 유지하는 것으로 나타났다. 쌍천 합류전까지 BOD 농도는 1.1~1.5mg/l로 하천수질 II 등급을 유지하여 다소 수질이 악화되는 것으로 나타났다.

쌍천의 수질은 하천수질 II 등급으로 나타났으며, 동진천의 수질은 매우 양호한 것으로 나타났다. 음성천 전구간에서 BOD 하천수질은 약 2.4mg/l로 다소 높은 것으로 나타났다.

음성천 합류후 달천 본류의 수질은 BOD 0.7mg/l로 하천수질 I 등급을 유지하여 매우 좋은 것으로 나타났다.

달천 상류부의 BOD 수질은 음성천을 제외한 나머지 구간에서 년도가 경과함에 따라서

수질이 개선되는 것으로 예측되었다. 이는 달천유역의 오염부하량이 년도가 경과함에 따라서 감소에 기인하는 것으로 사료된다. 음성천의 수질은 년도가 지남에 따라서 수질이 점차 악화되는 것으로 예측되었다. 이는 음성천 배수구역의 오염부하량이 증가하여 음성천에 영향을 미친 것으로 사료된다.

달천 중류부인 석문 동천 합류부까지의 수질은 양호하나 석문동천 합류후 수질은 BOD 1.2~1.5mg/l로 수질이 다소 악화 되는 것으로 나타났다.

충주호 조정지댐 구간에서는 하천수질이 다소 악화되어 하천수질 II등급을 유지하고 댐 하류까지 지속되는 것으로 나타났다.

SS 경우, 2006년에는 달천 상류구간은 약 1.3~25mg/l로 나타났으며 하천수질 I등급으로 예측되었다. 또한, 동진천의 경우는 11.2 mg/l로 다른 구간에 비해 높은 것으로 나타났다. 그리고 연도가 경과함에 따라 수질이 개선되는 것으로 나타났다.

음성천의 경우 SS 수질은 2006년 12.5mg/l로 다른 구간에 비해 매우 높은 값을 나타냈다. 본류구간은 SS농도는 년도가 경과함에 따라 수질이 조금씩 개선되는 경향을 나타냈다. 그러나 음성천의 경우 년도가 경과함에 따라 다소 증가하는 경향을 보이고 있다.

T-N의 경우 2006년에 약 0.92~7mg/l의 농도값을 보이고 괴산댐 상류지역의 경우 수질이 양호하나 괴산댐 지역에서 총질소 농도가 상승하는 경향을 보이고 있다. 그리고 음성천의 경우 약 3mg/l를 약간 상회하는 것으로 나타났으며 그 밖의 달천 상류지역에서는 약 2 mg/l 정도로 나타났다. 년도가 경과함에 따라 대부분 구간에서 총질소 농도 변화는 약간 감소하는 경향을 보이고 있으나 음성천의 경우 다소 증가하는 것으로 예측되었다.

T-P의 경우 2006년에 달천 본류에서는 약 0.2~0.21mg/l의 농도값을 보이며 년도가 지남에 따라 T-N과 같은 경향으로 변화하는 것으로 나타났다. 쌍천의 경우 농도값이 다소 높게 나타났으나 대부분의 구간에서 년도가 경과함에 따라 다소 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 음성천의 경우는 년도가 경과함에 따라 수질이 악화되는 것으로 예측되었다.

T-N과 T-P는 호소 부영양화 조절을 위한 제한 영양소임을 고려할 때 오염원 통제에 대한 집중적인 관리가 필요한 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 한국수자원공사, 2006, 12, 조정지호 수질예측 및 오염원 관리방안 보고서
장인수, 박기범, 이원호, 2006.10, 조정지댐에 유입하는 도시하천 오염특성에 관한 연구, 한국환경과학회지, Vol. 15, No. 10.
신동석, 유명진, 이상호, 김영란, 1993, 도시하천 수질관리 방안 연구, 서울시정개발 연구원, pp.163~206.