

GIS를 이용한 하천수질관리에 관한 연구

○ 채종훈* · 정인주** · 이정민*** · 김상용****

1. 서론

최근 기상이변으로 인한 가뭄과 폭우로 인하여 강우량이 일정하지 않으며 경제성장과 생활수준의 향상에 따른 수자원의 고도이용, 지구온난화에 따른 이상갈수, 하천수질악화 및 돌발적인 수질사고 등에 대비한 안정적인 환경용수의 확보와 수질의 개선을 필요로 한다. 수환경의 개선은 양호한 수변경관 및 친수공간의 보전과 창출에 기여할 뿐 아니라 생태계의 보호 및 보존에 중요하다. 이러한 문제를 해결하기 위한 하천의 수질모델링은 가장 신뢰성 높은 수질모델을 이용하여 목적 수질을 유지·달성하기 위한 오염부하량의 분배와 규제, 대처방안을 보다 합리적으로 수립하고 이행하기 위한 대안을 제시하는데 중점을 두고 있다.

따라서, 본 연구는 수영강 유역 및 유역의 수질오염에 관련한 주요오염원을 조사하고 유량흐름에 따른 수질의 변화를 GIS를 이용하여 시간적으로 도시화 하여 도시중심에 위치한 수영강의 쾌적한 도시환경에 도움을 주고자 한다.

2. 대상유역 및 오염원 현황

수영강 유역은 경상남도와 부산광역시를 포함하여 유역면적 199.57 km^2 , 유로연장 28.4 km 에 달하는 부산 제1의 지방 2급하천이다.

수영강 유역내 오염원 현황은 점오염원으로 총인구는 1,141,387 인, 폐수배출업소 765개소, 소 726두, 돼지 1,097두 등으로 대부분 시가화 구역으로 조사되었으며 비점오염원으로 농경지(전·답)가 9.9%(19.78 km^2), 임야가 59%(117.80 km^2), 대지가 14.1%, 기타가 17.0%로 양산지역과 부산광역시 기장군, 금정구에서 대부분 분포하고 있는 임야가 가장 넓은 면적을 차지하고 있다. 유역내 폐수 배출업소는 부산광역시 관내 총 765개소¹⁾로 조사되었고 가축 사육수는 양산시, 기장군지역에서 소726두, 돼지 1,097두이나 모두 비규제대상으로 조사되었다.

수영강 유역에서는 539,590 m^3 /일의 하·폐수가 발생하고 있으며, 이 중 생활하수가 500,230 m^3 /일로 전체의 92.7%를 차지하며 산업폐수가 37,340 m^3 /일(7.3%)가 발생하는 반면 축산폐수 발생량은 극히 적은 것으로 나타났다.

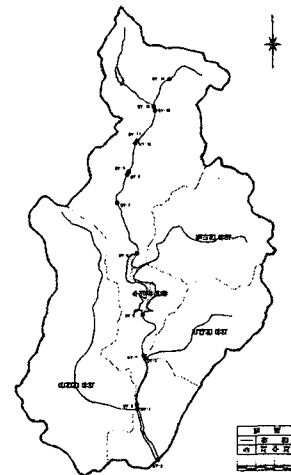


그림 1 수영강 유역도

3. 연구방법

*정회원 · 부경대학교 대학원 토목공학과 석사과정 · 공학석사 · 051-623-8812(E-mail : nasiu@hanmail.net)
**정회원 · 부경대학교 대학원 토목공학과 박사수료 · 공학석사 · 051-623-8812(E-mail : giseh@korea.com)
***정회원 · 부경대학교 대학원 토목공학과 박사과정 · 공학석사 · 051-623-8812(E-mail : andrew4502@orgio.net)
****정회원 · 부경대학교 공과대학 교수 · 토목공학과 공학박사 · 051-620-1443(E-mail : kimsang@pknu.ac.kr)

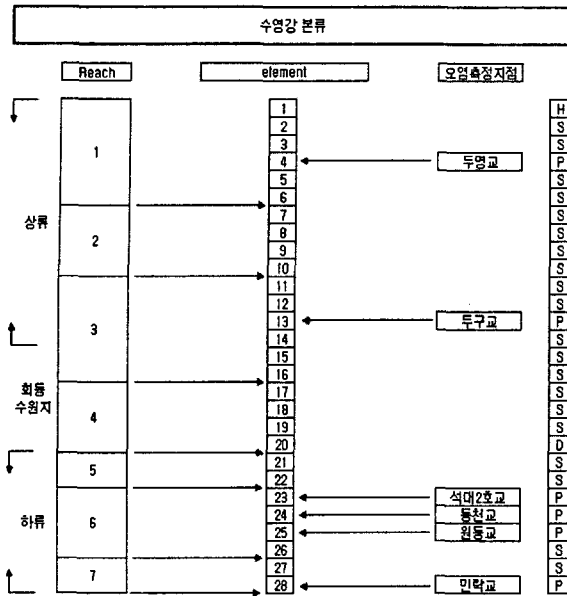


그림 2 하천망 일례

표 1 하천 유황 및 유속 및 수위

| | | 갈수량 | 저수량 | 평수량 | 풍수량 |
|---------|----|------|------|------|------|
| Reach 1 | 유량 | 0.05 | 0.12 | 0.24 | 0.41 |
| | 유속 | 0.35 | 0.48 | 0.61 | 0.71 |
| | 수위 | 0.01 | 0.02 | 0.04 | 0.06 |
| Reach 2 | 유량 | 0.16 | 0.39 | 0.79 | 1.34 |
| | 유속 | 0.05 | 0.11 | 0.19 | 0.27 |
| | 수위 | 0.96 | 1.04 | 1.14 | 1.25 |
| Reach 3 | 유량 | 0.22 | 0.53 | 1.06 | 1.81 |
| | 유속 | 0.16 | 0.24 | 0.36 | 0.46 |
| | 수위 | 0.10 | 0.13 | 0.15 | 0.18 |
| Reach 4 | 유량 | 0.37 | 0.89 | 1.78 | 3.04 |
| | 유속 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 |
| | 수위 | 8.14 | 8.14 | 8.14 | 8.14 |
| Reach 5 | 유량 | 0.40 | 0.96 | 1.91 | 3.27 |
| | 유속 | 0.76 | 0.89 | 1.00 | 1.00 |
| | 수위 | 0.06 | 0.11 | 0.11 | 0.11 |
| Reach 6 | 유량 | 0.50 | 1.21 | 2.42 | 4.12 |
| | 유속 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.03 |
| | 수위 | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 1.48 |
| Reach 7 | 유량 | 0.73 | 1.76 | 3.52 | 6.01 |
| | 유속 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.03 |
| | 수위 | 4.38 | 4.38 | 4.38 | 4.38 |

본 연구는 부산광역시 수역의 수영강 유역을 대상지역으로 모델에 입력될 인자들의 공간데이터의 취득 및 구축하여 QUAL2E 모델을 이용한 대상지역의 수질모의와 QUAL2E 모델의 모의 결과를 시각적으로 나타내었다. 수질자료는 수영강 하천정비기본계획(2002)자료와 환경부자료를 이용하였으며 2001년 10월, 12월 수질 측정 자료를 이용하여 수질을 모의 하였다. 수영강 유역의 수질조사지점은 두명교, 두구교, 석대2호교, 동천교, 원동교, 연안교, 민락교 수질측정자료를 이용하였다. 수질모의에 필요한 하천망은 그림 2와 같이 크게 상류 중류(회동수원지) 하류로 구분하였고 구간(Reach)은 수리학적 유사구간을 7개, 지점(element)은 1km의 길이로 28개로 분할하여 하천망을 구축하였다. 비유량법에 의해 수영강의 하천 유황을 갈수량, 저수량, 평수량, 풍수량으로 추정 및 산정하여 HEC-RAS로 측정별 유속, 수위를 산출하여 표 1과 같이 나타내었으며 유량에 따른 유속계수 · 지수 수심계수 · 지수를 산정하여 QUAL2E 모델에 이용하였다.

4. 결과

4.1 수질 보정결과

본 연구에서의 수질보정은 QUAL2E 모델을 모의하여 나타난 값과 실측치를 비교하여 수치해석치와 실측치의 오차를 반응계수 (k_1 , k_3 , k_4)를 조정하고 허용범위내로 보정하는 것으로 실측치의 $\pm 10\%$ 의 범위안에서 보정하는 것이 보통이지만 변이량이 큰 경우 $\pm 20\%$ 까지 확장할 수도 있다.

본 연구에서는 수질측정지점의 실측자료를 시행착오법에 의하여 한국건설기술연구원과 EPA의 QUAL2E manual의 계수 범위를 참고하여 수질모의에 대한 보정을 하였으며 향후 연구가 지속된다면 알고리즘을 이용한 반응계수의 보정에 관한 연구를 통해 수질모형의 반응계수의 적합도의 향상에 관한 연구 지속할 것이다. 시행착오법에 의한 보정의 결과는 그림 3과 그림 4와 같다. 보정결과 비교적 유사한 결과를 보이는데 Reach 6의 석대-원동교 지점 4km²구간이 실측치와 다소 차이가 있었다. 이는 모의치가 실측치 보다 과소평가로 나타나며 석대-원동교 지점에 유입되는 수질자료의 부족으로 인한 결과로 판단된다.

4.2 수질 검증 결과

수영강 수질 모의의 검증은 2001년도 12월 자료를 사용하여 검증 하였다. 검증 결과 그림 5와 그림 6과

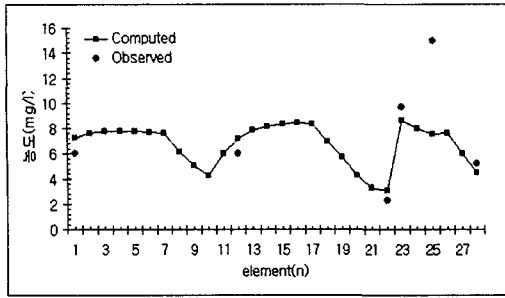


그림 3 수영강 수질 DO 보정

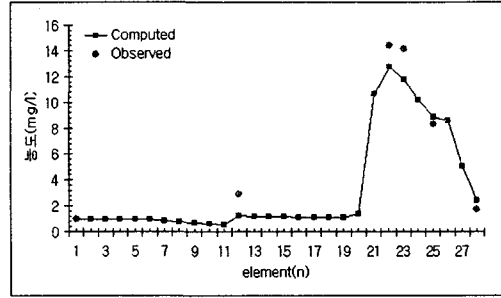


그림 4 수영강 수질 BOD 보정

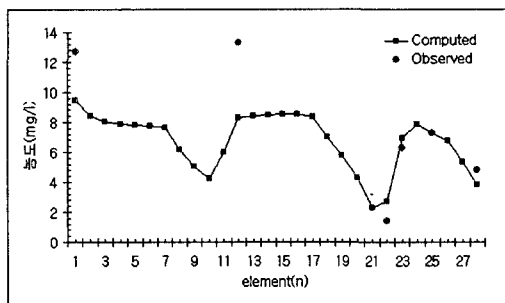


그림 5 수영강 수질 DO 검증

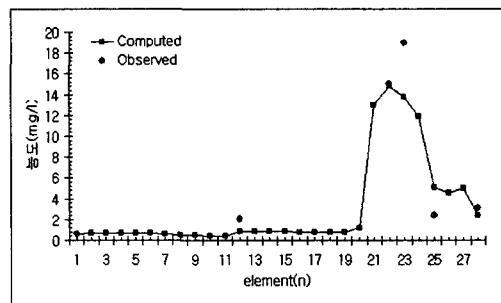


그림 6 수영강 수질 BOD 검증

같이 관측치와 산정치가 비교적 유사한 결과를 보이지만 보정결과와 동일하게 Reach 6의 석대-원동교 지점 4 km²구간이 실측치와 다소 차이가 있었다. 이는 모의치가 실측치 보다 과소평가로 나타나며 석대-원동교 지점에 유입되는 수질자료의 부족으로 인한 결과로 판단되어진다.

4.3 모의 결과의 시각화

GIS로의 하천의 수질형상 표현은 격자(grid)의 중첩분석에 의해 나타난 것으로 1/1000 수치지도로부터 하천망을 추출한 후 ESRI사의 ArcInfo Tool을 이용하여 분석하였으며 ArcView Tool을 이용해 나타내었다. 지점별 수질의 도시(display)는 그림 7과 그림8과 같이 나타내어졌다. 그림에서도 알 수 있듯이 중류의 회동수원지를 기점으로 각각 DO와 BOD가 10월과 12월에 따라 차이가 나며 수영강 하류지역의 경우 10월 BOD 부하량에 비하여 12월 BOD 부하량이 더 개선되었음을 알 수 있다. 이는 지점별 오염 부하량과 하천의 수질오염 분포를 쉽게 알 수 있게 나타내었다.

5. 결론

본 연구에서 수영강 유역을 대상으로 GIS를 이용한 수질모의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 수질예측결과 수질모의에 있어서 비교적 모의결과가 양호하나 석대-원동지점의 경우 수질자료 및 하천의 수리학적 특성자료의 미비로 인하여 실측치와는 차이를 보이고 있다. 따라서 본 유역의 점오염원 및 비점오염원에 대한 사항이 구체적으로 고려되어 수질모의가 실시되어야 할 것으로 사료된다.
2. GIS를 이용하여 하천의 수질형상을 표현한 결과 지점별 오염부하량의 분포를 쉽게 알 수 있어 유역환경 및 수질연구를 용이하게 하는 결과를 가져 올 수 있었다.
3. 향후 수질모의의 보정과 검증에 있어서 시행착오법에 의한 방법을 지양하고 알고리즘을 이용하여 더욱 효율적인 보정·결과를 나타낼 수 있도록 연구가 진행 할 것이다.



그림 7 수영강 BOD분포 (10월, 12월)

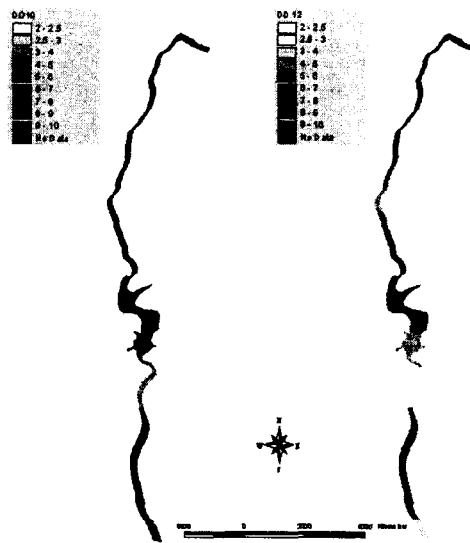


그림 8 수영강 DO분포 (10월, 12월)

4. 부산광역시 수영강의 수질모의를 산출함으로서의 매개변수의 추출은 인구추정 등을 통한 오염원 및 오염량 산출을 통해 하천수질예측 모의를 하는데 있어서 활용자료가 될 수 있을 것이라 사료된다.
5. 수질 모형의 매개변수 추정에 있어서 시행착오법의 경우 반복적인 작업을 통한 변수의 조정으로 인한 어려움이 있어 향후 연구가 지속된다면 알고리즘을 이용한 반응계수의 보정에 관한 연구를 통해 수질모형의 반응계수의 적합도의 향상에 관한 연구 지속할 것이다.

6. 참고문헌

- 1) 부산광역시 건설주택국(2002). “수영강 하천정비 기본계획 심의”
- 2) 임명철, 임종완, 이광야, 김계현(2002). “GIS 하천수질정보를 활용한 수질모델링 시스템 개발”, 한국수자원학회 학술발표회 논문집 pp. 317-322
- 3) 오경두, 전병호, 이홍근, 백도현(1996). “북한강 수역 수질관리를 위한 QUAL2E 모형의 적용”, 대한토목학회논문집 제16권 제2-3호
- 4) 이소향(1998), “QUAL2E 모델을 이용한 한강 하류부의 수질모의” 광운대학교 석사학위논문
- 5) 정상만, 임경호, 허장희(2002). “수질모형을 이용한 삼교천 유역의 장래수질 예측 및 개선방안”, 대한토목학회 학술발표회 논문집
- 6) 최연웅(2001). “하천수질관리를 위한 GIS와 수질모델의 통합에 관한연구”, 전북대학교 석사학위논문
- 7) S. K. Ning(2001). “Assessing pollution prevention program by QUAL2E simulation analysis for the Kao-Ping River Basin”, Taiwan *Journal of Environmental Management* (2001)