

가 있다. 생태계는 일반적으로 해당 생태 모형에 포함되지 않은 여러 특성을 가지고 있다고 본다. 종 (species)은 새로운 환경에 적응할 능력이 있고 종의 조성은 외부의 환경인자에 대단히 민감한 편이다. 그러나 우리의 생태 모형들은 그 생태학적 구조 (ecological structure)가 시뮬레이션 기간동안 고정되어 있고 생태계 계수값도 보통 변함없이 고정된 값을 적용하고 있다. 그러나 누구나 알다시피 우리 생태계는 끊임없이 종 조성과 구조가 변화하는 특성을 가진 동적 구조 (dynamic structure)를 가지고 있으므로 향후 개발될 생태 모형은 이를 반영할 수 있어야 하고 이점이 지금까지 모든 모형이 가질 수 밖에 없었던 한계점이기도 하다. 생태계 모형에서는 고정된 생태계수값이 적용될지라도 실제 생태계는 현재의 조건에 적응하기 위해 끊임없이 그들의 생태학적 특성을 변화시켜 나간다. 이는 곧 열역학적 평형상태로부터 가능한 한 멀어지려는 생태계의 능력이기도 하다. 즉 외부 환경요인이 변화함에 따라 생태계 내부는 종 조성과 종의 구조가 달라지게 되며, 이는 곧 exergy가 최대를 증가하는 쪽으로 해당 생태계가 변화하고 음을 확인가능하며, 생태모형을 통하여 최대엑서지값을 추적하면 이의 해석이 가능하게 된다.

4. 결 론

본 연구에서는 최근 새롭게 서구에서 언급되고 있는 열역학적 개념인 엑서지 (exergy)를 소개하였다. 비평형상태의 유효 에너지인 '엑서지'는 끊임없이 negentropy를 생산해 낼 수 있는 생태계의 특성을 반영할 수 있어 적용가능한 개념으로 파악된다. 즉 다윈의 적자생존의 법칙이 생태계에서는 최대의 엑서지를 유지하려는 방향과 일치한다는 점이 확인된다. 최대엑서지원

칙 (maximum exergy principle)은 다양한 방면에서 적용 가능하다. 생태계 모형을 동적구조모형으로 변환할 때, 생태계의 건강성을 평가할 때, 또는 생태학적 천이 및 발달현상이 일어나는 모든 제반현상 등을 제대로 추적해 낼 수 있는 목적 기능 (goal function)을 가질 것으로 평가된다.

참 고 문 헌

- Jorgensen, S.E. 1979. A holistic approach to ecological modelling. *J. Ecol. Modelling* 7: 169-189.
- Jorgensen S. E., Use of models as experimental tool to show the structural changes are accompanied by increased exergy. *Ecol. Modelling*, 41:117-126, 1988.
- Jorgensen S. E., Development of models able to account for changes in species composition. *Ecol. Modelling*, 62: 195-208, 1992.
- Jorgensen S. E., Integration of Ecosystem Theories: A Pattern. Kluwer Academic Publishers, 1998.

SL403

댐저수지의 수질관리 방안 연구 -섬진강 다목적댐 저수지를 중심으로-

이 요 상

한국수자원공사 수자원연구소

제 1 장 서 론

1997년 현재 국내에는 18,797개의 호소가 존재하고 있으며 이들의 대부분은 수자원의 확보를 위해 인공적으로 조성한 것이다. 순수한 의미의 자연호소는 경포호 등 주로 동해안 지방에 존재하는 기수호 5~6개소에 불과하며 전체호수의 99% 이상이 용수확보를 위해 인공적으로 조성한 것이

다. 그 중 농업용수 확보를 위해 조성한 저수지는 18,754개소이며 나머지는 다목적용, 발전용, 상수도 목적으로 건설한 인공호수들이다. 이러한 수자원의 확보문제와 아울러 80년대에 들어서면서 확보된 물의 적절한 이용을 위한 수질 문제가 새로운 과제로 대두되었다. 90년대 초반부터는 국민들이 오염된 물에 대한 관심이 높아졌으며 심한 경우에는 먹는 물에 대한 불신현상까지 벌어지고 있는 상황이다. 결국 적절한 수질이 보장되지 않는 물은 그 사용가치가 저감되므로 적극적인 수질보전대책이 뒷받침되어야 한다.

제 2 장 유역조사

섬진강 다목적 댐은 전라북도의 광활한 평야에 농업용수를 공급하던 동진강의 유량이 항상 적어 인접한 섬진강 물을 이용하고자 댐이 건설되게 되었다.

유역개황에 관련된 자료는 자연환경, 지형 및 지질, 인구현황, 행정구역 및 토지이용현황 등에 관련된 자료들을 조사하였다. 섬진강댐 유역의 기온변화는 예년과 변화 경향과 유사하며 섬진강댐 저수지와 유입하천의 수질변화에 큰 영향을 미치는 수량변화를 살펴보면 98년과 99년은 강우량이 충분하여 유량관리가 잘되는 것으로 나타났다. 섬진강댐 수질관리를 보다 체계적이고 효율적으로 추진하기 위하여 수계별 오염원분포 및 오염물질 발생현황을 조사 분석하였다. 조사방법은 군 통계자료 및 읍·면 현황자료와 직접 현장조사를 통하여 실시되었고 조사범위는 섬진강댐유역을 3지점 (관촌교, 임실천, 쌍치)으로 나누어 조사하였다.

제 3 장 오염물질 이동특성 조사

댐저수지와 상류 유역의 수질조사 지점은 정확한 수질관리방안 도출을 위해서 댐저수지 호내에 5지점, 유입하천 6지점등을 대상으로 조사하였다. 유입 오염부하는 유입하천의 수량에 따라 큰 차이를 나타내므로 강우기와 비강우기로 나누어 조사하였다. 비강우기시에 조사된 유입하천의 각 조사 지점별 수질항목별 농도를 살펴보면 상대적으로 인구와 가축이 많은 임실천지점에서 가장 높게 나타났다. 강우기시 수질조사방법은 강우발생 후 유출이 시작되면 연속적으로 수질조사를 실시하였다. 강우시 유입부하는 매번 조사 시점에 따라 강우량과 강우강도 그리고 선행강우상태 등에 따라 다르게 나타났다. 또한 7차례의 강우기간중 산정된 총부하량을 1999년에 발생한 총 부하와 비교해보면 표 1.에 나타난 바와 같이 조사된 7회의 강우량은 1999년 총 강우량 대비 17.5% 의 강우이나 그 부하는 매우 큰 것을 확인할 수 있었다. 따라서 호소로 유입되는 유입부하를 정확히 산정하기 위해서는 강우기 시에 수질측정을 반드시 실시해야 할 것으로 판단되었다. 댐저수지에서의 수질변화 조사는 수온, pH, DO, Cond, COD, SS, BOD, NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N, T-N, PO₄-P, T-P, Chl.-a, 조류 등 총 15개 항목이며, 수질 조사지점은 저수지내 5지점 (댐앞, 사승, 운암, 흰바위, 입석)을 대상으로 실시하였다 (그림 1). 여러 가지 기준 중에서 수정 Carlson (1977) 지수법에 의한 영양상태 평가를 1998년과 1999년 2년간 섬진강댐 저수지에 적용해 보면 총인 과 Chl.-a를 기준으로는 중·부영양상태를 나타냈고 투명도를 기준으로는 년중 약 2~3개월을 제외하고는 부영양상태로 평가되었다. 또 다른 기준 중에 하나인 Vollenweider가 연구 제시한 OECD의 기준

표 1. 강우시 유입부하 비교

Pollutant loading / (Unit)	BOD	COD	SS	T-N	T-P
Total Discharge Loading at 1999 (A) / (kg)	545,695	1,780,218	7,392,412	1,907,946	34,130
Total Discharge Loading at 7 Rainfall event (B) / (kg)	155,368	503,632	5,380,250	940,064	17,035
Ratio (B)/(A) / (%)	28.5	28.3	72.8	49.3	49.9

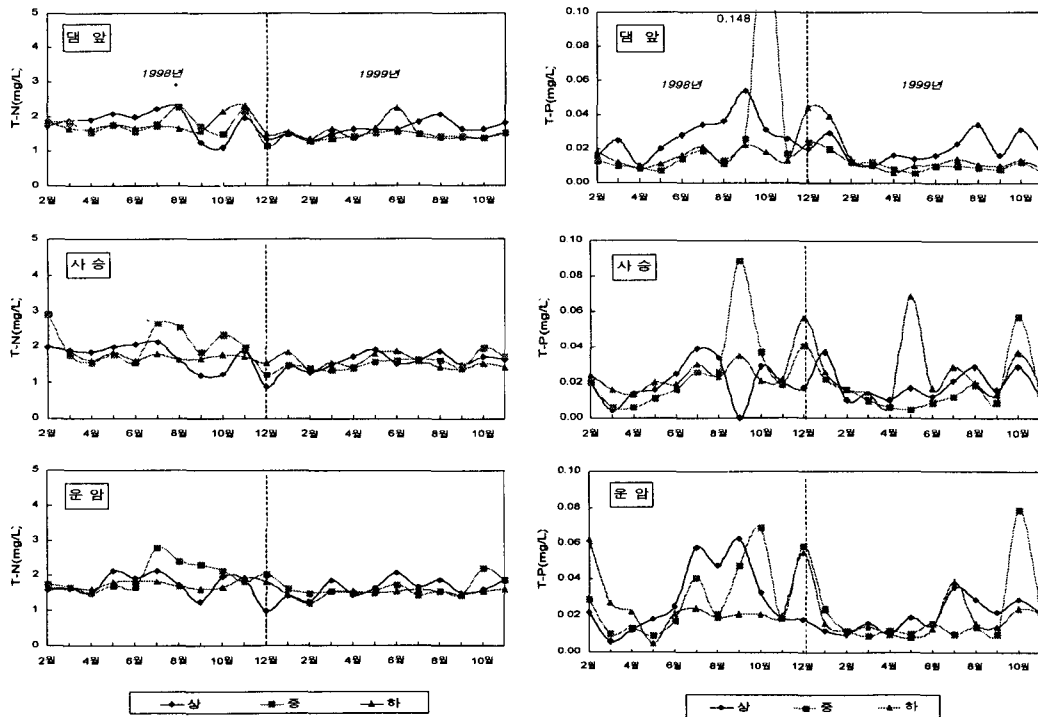


그림 1. 섬진강댐 저수지 수질변화 추이 (1998~1999)

에 의하여 댐저수지 주요지점 댐앞, 사승 및 운암지점에 대한 평가를 실시해 보면 연평균 인 농도를 기준으로는 중영양상태이고 Chl.- α 와 투명도를 기준으로는 부영양상태를 나타냈다. 이와 같이 섬진강 다목적 댐은 시기에 따라 또는 기준에 따라 약간의 차이를 보이기는 하나 대체로 중영양상태와 부영양상태를 나타내는 것으로 평가되었다.

제 4 장 비점오염부하 산정모형

4. 1 서론

유역 내에서 발생하는 오염물질은 강우에 따른 유출현상에 의해서 결국 하천이나 저수지로 유입되게 된다. 비점오염모형은 하천으로 비점오염물질을 운반하거나, 혹은 하천에 일단 축적되었을 때 비점오염원의

물리적, 화학적 그리고 생물학적 변화과정을 모의하는 데 사용되어진다. 모델링이란 해당 유역의 특성 즉, 입력자료를 이용하여 일종의 system에 해당하는 유역에 적용하여 유역 system을 수학적으로 모의함으로써 입력자료간 혹은 입력자료와 출력 값과의 결과를 모의하는 방법이다. 최근의 유역모형의 개발은 컴퓨터의 발달과 밀접하게 연관되어 진행되고 있다.

4. 2 모형의 적용

강우시 유출에 의해 발생하는 유기물과 유사의 영향은 수질에 막대한 영향을 끼친다. 강우유출모형인 AGNPS (AGricultural Non-Point Source)모형은 미국 농무성 (Agricultural Research Service)과 토양보존국 (Soil Conservation Service) 그리고 미네소타 오염조절처 (Minnesota Pollution Control Agency, MPCA)가 공동으로 개발한 단일 호우사상에 대한 분포형 매개변수 모형이다. 그림 2는 AGNPS 모형에서 사용하기 위하여 작성된 섬진강댐 유역에 대한 기본도이다. AGNPS 모형은 격자단위로 운영되며,

전체유역은 균일한 정방형 격자로 이루어지게 된다. 오염물질은 유역 경계 부에서 각 격자들을 통하여 유역출구로 유출되므로, 격자간의 흐름경로를 고려해 주어야 한다. 따라서 모든 유역의 특성과 그에 따른 입력자료들은 격자단위로 나타내어진다. AGNPS의 수문모형에서는 유출 량과 침투 유량을 계산하는데 필요한 수문특성 data들은 요구하게 되는데, 본 연구에서는 토지이용도에서 분류한 토지이용특성에 따라 매개변수들을 분류, 산정하여 적용하였다. 그림 3은 모형으로 계산되어 GIS로 나타낸 침투 유량과 유출량 산정결과이다.

제 5 장 저수지 수질모의 모형

호수에서 일어나는 여러 현상은 외적인 현상과 내적인 현상으로 대별할 수 있다. 이와 같이 복잡한 수역의 수질변화는 수역의 수리 수문특성, 오염배출원의 정성적, 정량적, 특성을 파악하여 수역을 하나의 system이라고 가정하여 상관관계를 수리 model로 표현하므로써 규명하는 기법이

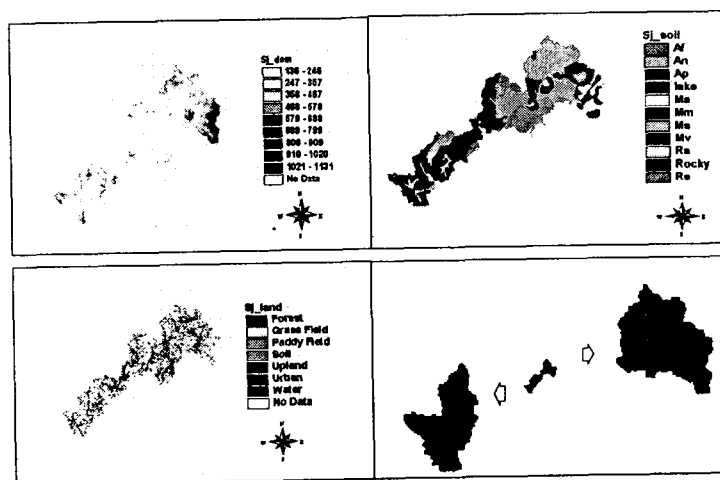


그림 2. 섬진강댐 유역의 GIS 기본도

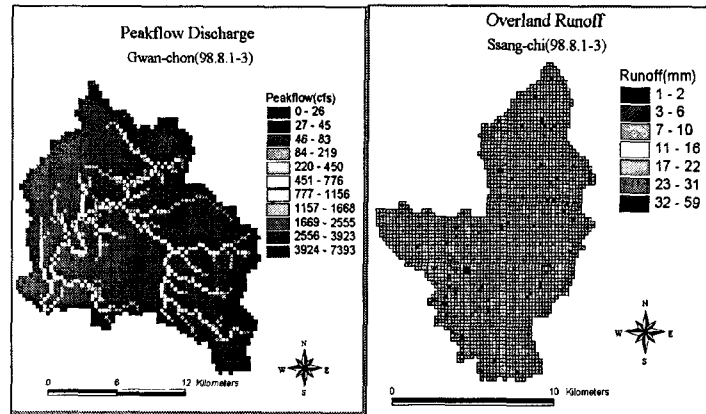


그림 3. 강우시기 침투유량과 유출량 산정 결과

넓게 이용되고 있다. 수질오염의 악화에 합리적으로 대처하는데는 현재의 수질을 파악할 뿐 아니라 장래에 대한 정확한 예측을 통하여 적절한 오염방지 대책을 강구하는 것이 최적의 방법일 것이다. 수질 모델링은 수질예측 및 관리를 위하여 개발된 프로그램

램으로 수체내의 물리, 화학, 생물학적 변화 현상에 대해 수치기법을 도입하여 수질을 예측하는 기법이다. 최근에는 개인용 컴퓨터의 급속함 발달로 인하여 복잡한 계산이 가능한 모델로 개발이 이루어지고 있다.

표 4. 대표적 수질모델의 특성 비교

수질모델명	해석형태	수 질 항 목	특 성
WQRRS	steady dynamic	DO, BOD, NH ₃ , NO ₂ -N, NO ₃ -N, 어류, 수온, 부유물질, 유기 침전물, 알카리도 등.	일차원 모형. 하천, 호소, 수리 3부분으로 구성되어 있음. 호수는 수심방향으로 분할하여 계산됨
WASP	steady dynamic	수온, DO, BOD, NH ₃ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, PO ₄ -P, Chl-a, 3가지의 보존성 물질과 독성 물질.	필요에 따라 1, 2, 3차원 모의가능. 수체의 특성, 적용목적 등에 따라 종방향, 횡방향 및 깊이 방향으로의 구획 (Segment) 분할 가능. 수리, 일반 오염 물질, 독성 물질 계산의 3부분으로 구성 하천, 하구, 호소에 적용.
CE-QUAL-W2	Dynamic	수온, pH, DO, BOD, SS, NH ₃ -N, NO ₃ -N, Alkali, TIC, TDS, LDOM, RDOM, Fe, 조류, 대장균등	2차원모형 (연직, 종방향) 장기에 측에 적합하며 수위 변화에 따라 layer변화 가능 시간 간격을 자동으로 조절 (auto stepping) 수리학적 계산에서 유속 (u,w) 수위계산.