

GSIS를 이용한 호수의 수리학적 특성 추출에 관한 연구 A Study on the Hydraulic Characteristic Extraction of Lake using GSIS

성동권* · 전형섭** · 박성규*** · 정영동**** · 조기성*****

Sung, Dong-Gwon · Jeon, Hyeong-Seob · Park, Sung-Kyu

Jung, Yong-Dong · Cho, Gi-Sung

요 旨

공업화, 도시화가 지속되어 내륙 수계의 수질은 날로 오염되고 있으며, 이와 함께 호수의 수질 또한 악화되어 호수 수질오염 문제는 새로운 수질관리 방안을 필요로 하게 되었다. 본 연구는 GSIS(Geo - Spatial Information System)을 이용한 호수의 수질 관리를 위한 방안의 초기단계로서 GSIS 환경에서 호수의 각종 수리학적 특성 정보를 자동 추출할 수 있는 방안에 대하여 연구하였으며 또한, 추출된 호수의 수리학적 특성 정보의 활용의 일례로서 유한차분법을 이용한 호수 수체 흐름의 특성분석을 수행하였다. 수체 흐름의 특성 분석에 필요한 각종 수리학적 특성 정보 추출을 GSIS를 이용하여 자동화함으로써 분석작업을 효율적으로 수행할 수 있었으며, 특히 호수단면 정보의 추출을 출력물의 형태가 아닌 다른 정보와 결합하여 분석 가능한 형태로 추출함으로써 호수의 성층현상분석과 같은 호수의 단면정보가 필수적인 각종 분석을 GSIS 환경에서 가능하도록 하였다.

ABSTRACT

The water quality of inland stream is polluting with industrialization and urbanization, and with that water quality of lake also deteriorated, to manage water quality pollution problem of lake, new water quality management method is needed. As a pilot study of the method that manage water quality of lake using GSIS(Geo-Spatial Information System), we study the method which automatically extract the hydraulic characteristic informations of lake in GSIS environment. Also, as an example of practical use of the extracted hydraulic characteristic information of lake, we carry out the characteristic analysis of waterbody flow using finite different method. With the automation the extraction procedure of hydraulics characteristic information needed in characteristic analysis of waterbody flow, we carried out the analysis efficiently. Particularly, with the extraction of section information on lake not in layout form, in analyzable form, we make the analysis that section information of lake was indispensably required(e.g. stratification analysis) possible in GSIS environment.

1. 서 론

과거 수 십 년간 공업화, 도시화가 지속되어 내륙 수계의 수질은 날로 오염되고 있으며, 이와 함께 호수의 수질 또한 악화되어 호수 수질오염 문제는 새로운 수질

관리 방안을 필요로 하게 되었다.

국내의 호수는 성인상 하천의 일부분에 댐을 축조하여 만들어진 인공호수로서 댐 상류의 하천유역이 호수의 집수역으로 형성되어 유역면적/만수면적 비가 대단히 커서 환경용량이 극히 작은 호수가 대부분이다. 이러한 특성을 갖는 국내의 호수는 댐 건설 당시 주로 고려된 것은 수자원 확보 및 홍수조절이 그 주된 목적이었으나, 산업 발전에 따라 상수원으로서의 목적이 추가되어 호수의 수질에 많은 관심이 집중되고 있으며, 효율적인 관리방법의 개발을 위한 많은 연구가 아직도 진행되고 있다.¹⁾³⁾

본 연구는 GSIS(Geo - Spatial Information System)을

*전북대학교 대학원 박사과정
**전북대학교 대학원 박사수료
***광주대학교 토목공학과 겸임교수
****조선대학교 토목공학과 교수
*****전북대학교 공과대학 토목환경공학부 부교수,
전북대학교 공업기술연구소 연구원

이용한 호수의 수질 관리를 위하여 방안의 초기단계로서 GSIS 환경에서 호수의 수위에 따른 수심, 단면추출, 임의의 구간의 수체의 체적 등의 호수 특성 요소를 자동 추출할 수 있는 방안에 대하여 연구하였다. 또한, 본 연구는 추출된 호수의 수리학적 특성요소의 활용의 예로서 유한차분법을 이용한 호수 수체 흐름의 특성분석을 수행하였으며, 궁극적으로 GSIS 환경에서 호수의 수질예측 모델구현에 필요한 기초 자료 취득과정을 자동화하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. 수체의 흐름특성 분석 이론

2.1 기본 방정식

2.1.1 연속 방정식과 운동량 방정식

3차원 흐름장에서의 Navier-stokes 운동량 방정식과 회전체에서의 비압축성, 균질유체에 대한 연속 방정식을 나타내면 식 (1)과 같다.^{4,6)}

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} - fv \\ = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + fu \\ = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + g \\ = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

여기서,

- t : 시간 g : 중력 가속도
- x, y, z : 직각좌표계
- f : Coriolis 계수
- p : 압력
- ρ : 밀도
- u, v, w : x, y, z 방향의 속도성분
- τ_{ij} : j 방향에서 i 축에 대한 법선응력

위의 식들을 균일한 천수(well mixed shallow waters)에서의 흐름을 표현하기 위해서, 본 연구에서는 깊이에 대한 평균 속도보다 단위폭당 유량을 매개변수로 사용한다. 즉, x, y 방향의 유량을 전 수심에 대해 적분한 형태로 나타내면 연속 방정식은 식 (5)와 같다.

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \quad (5)$$

x, y 방향에 대한 운동 방정식은 식 (6), 식 (7)과 같다.

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + g(h + \eta) \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{2q_x}{h} \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{q_x}{h} \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{q_y}{h} \frac{\partial q_x}{\partial y} \quad (6)$$

$$-fq_x = A_k \left(2 \frac{\partial^2 q_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 q_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 q_y}{\partial x \partial y} \right) - F_r q_x \frac{\sqrt{(q_x^2 + q_y^2)}}{(h + \eta)^2}$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + g(h + \eta) \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{2q_y}{h} \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{q_y}{h} \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{q_x}{h} \frac{\partial q_y}{\partial x} \quad (7)$$

$$+fq_y = A_k \left(2 \frac{\partial^2 q_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 q_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 q_x}{\partial x \partial y} \right) - F_r q_y \frac{\sqrt{(q_x^2 + q_y^2)}}{(h + \eta)^2}$$

여기서 F_r 은 마찰계수, f 는 coriolis 계수이다. 식 (5), (6), (7)은 미지변수 q_x , q_y , η 의 항으로 이루어진 유체의 운동을 나타낸 식이다.

2.1.2 경계조건

식 (5), (6), (7)을 풀기 위해서는 경계조건이 주어져야 한다. 비선형 지배 방정식의 경계조건의 형태는 아직 물리적으로 정확히 규명되어 있지 않으며 많은 논쟁이 되고 있다. 본 연구에서는 공학적인 측면에서 wang(1979),⁷⁾ Stelling(1984)⁸⁾ 등이 제시한 방법에 의해 비점성 유체 ($A_h=0$)와 점성유체 ($A_h \neq 0$)에 대해서 다음과 같이 취급한다.

- 1) 비점성 흐름에 대해 ($A_h=0$)
 - 폐경계 : 직각 속도 성분은 영(Zero)
 - 개경계 : 수위
- 2) 점성 흐름에 대해 ($A_h \neq 0$)
 - 폐경계 : 직각속도 성분과 경계의 평행 속도 성분은 영(Zero)
 - 개경계 : 수위

2.2 선형 천수 방정식의 차분해법

2.2.1 차분 절차

차분화를 위해 먼저 운동 방정식 식 (6)과 (7)의 단순한 형태를 고려한다. 즉 식 (6)과 (7)에서 비선형항과

Coriolis 마찰항을 무시하고 선형 마찰식을 도입하면 식 (8)과 식 (9)로 나타낼 수 있으며, 이에 대한 연속 방정식은 식 (10)과 같다.

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + gh \frac{\partial \eta}{\partial x} = -F_1 \frac{q_x}{h} \quad (8)$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + gh \frac{\partial \eta}{\partial y} = -F_1 \frac{q_y}{h} \quad (9)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \quad (10)$$

여기서

$$\frac{1}{\rho} \tau_x = F_1 \frac{q_x}{h + \eta}$$

$$\frac{1}{\rho} \tau_y = F_1 \frac{q_y}{h + \eta}$$

차분화를 위해 그림 1과 같은 격자구조를 이용하면 식 (8), (9), (10)은 식 (11), (12), (13)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{q_{xi,j}^{n+1} - q_{xi,j}^n}{\Delta t} + gh \frac{\eta_{i+1,j}^{n+1/2} - \eta_{i,j}^{n+1/2}}{\Delta x} = -F_1 \frac{q_{xi,j}^{n+1} + q_{xi,j}^n}{2h} \quad (11)$$

$$\frac{q_{yi,j}^{n+1} - q_{yi,j}^n}{\Delta t} + gh \frac{\eta_{i+1,j}^{n+1/2} - \eta_{i,j}^{n+1/2}}{\Delta x} = -F_1 \frac{q_{yi,j}^{n+1} + q_{yi,j}^n}{2h} \quad (12)$$

$$\frac{\eta_{i,j}^{n+3/2} - \eta_{i,j}^{n+1/2}}{\Delta t} + \frac{q_{xi+1,j}^{n+1} - q_{xi,j}^{n+1}}{\Delta x} + \frac{q_{yi,j+1}^{n+1} - q_{yi,j}^{n+1}}{\Delta y} = 0 \quad (13)$$

여기서 윗첨자(n, n+1)은 시간단계를 나타내며 아랫첨자 i, j는 공간격자점을 나타낸다.

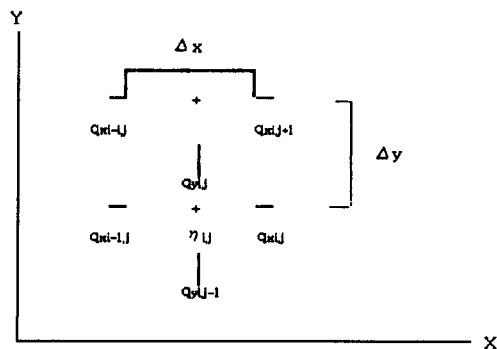


그림 1. Finite Difference Grid

윗 식에서 보는 바와 같이 시간과 공간의 차분은 중앙 차분식이며 마찰항은 전 시간단계와 이전 시간단계의 평균치를 이용한다. 계산절차는 식 (11)과 (12)에서 q_x^{n+1} , q_y^{n+1} 을 먼저 계산한 다음 식 (13)으로부터 $\eta^{n+3/2}$ 을 계산하여 이를 반복한다. 이들 식에 대한 안정조건은 Courant-Friedrich - Lewy (Platzman, 1958)에 의해 $\sqrt{2gh} = \Delta s / \Delta t$ 으로 주어진다.^{5,8)}

2.2.2 질량 보존

수치기법은 대상 문제에 대하여 질량보존의 법칙을 보장할 수 있어야 한다. 이는 근사화에 따른 질량의 증감이 해를 불안정하게 만들기 때문이다. 본 연구에서 질량 보존의 성질은 식 (14)와 같은 적분의 형태로 나타낸다. 즉 개경계를 통한 유출입량은 대상영역내의 시간 변화율과 같다. 질량보존을 위해 식 (13)의 연속 방정식을 전 격자점에 대해 적분하면 식 (14)와 같다.

$$\sum_{i,j} [\eta_{i,j}^{n+3/2} - \eta_{i,j}^{n+1/2}] \Delta x \Delta y \quad (14)$$

$$= - \sum_j [q_{xi+1,j}^{n+1} - q_{xi,j}^{n+1}] \Delta y \Delta t$$

$$= - \sum_i [q_{yi,j+1}^{n+1} - q_{yi,j}^{n+1}] \Delta x \Delta t$$

즉 윗 식은 내부 영역에서는 서로 상쇄되므로 개경계에서 총유입량이 대상 영역에서의 Δt 시간동안 변화량에 해당한다.^{9,10)}

3. 적용 및 고찰

3.1 대상지역 선정

본 연구의 대상지역은 금강수계 수자원의 다목적 개발을 위해 하구로부터 약 150 km 상류지점인 대전시 대덕구 미호동과 충청북도 청원군 문의면 덕유리 사이에 콘크리트 중력식과 석괴식의 복합형으로 축조된 댐에 의하여 형성된³⁾ 인공호수인 대청호로 정하였다. 그림 2는 LANDSAT TM 영상으로부터 추출한 대청호의 현황이다.

또한, 대청호 축조 이전의 지형데이터를 취득하기 위하여 본 연구에서는 대청댐 축조이전의 1/25,000 지형도를 이용하여 수치지도로 제작하여 사용하였다. 수치지도의 제작과정은 기존 지형도를 이용하여 수치지도를 제작하는 일반적인 제작과정과 같다. 그림 3은 본 연구에서 제작한 대청댐 축조이전의 수치 지형도이다(사용된 도엽: 외천, 은행, 신탄진, 회북, 보은, 대전, 옥천, 한남).

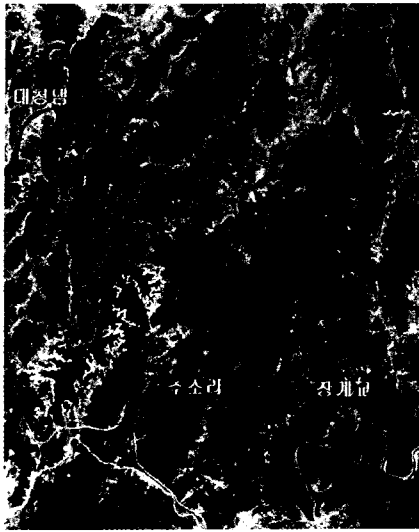


그림 2. 대청호 현황도

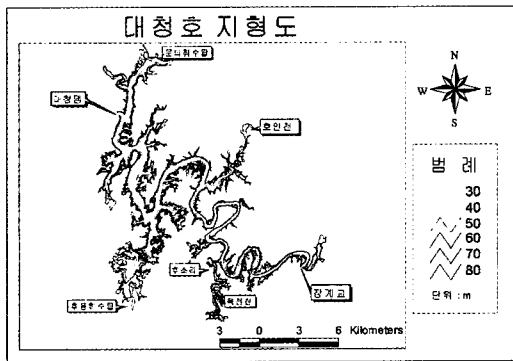


그림 3. 대청댐 축조 이전의 수치지형도

3.2 호수 단면정보 추출

현재 사용되고 있는 GIS 용 프로그램(e.g. Arc/Info, ArcView)에서 제공하는 단면도의 작성기능은 레이아웃(layout) 상태에서의 단면도 작성기능으로서 이는 단지 출력력을 위한 레이아웃의 작성일 뿐으로서 작성된 레이아웃 상에서 추후에 계속되는 분석을 수행할 수 없는 한계가 있다. ESRI 사의 ArcView를 예로 들면, 호수의 단면정보는 레이아웃 형태로의 작성이 아닌, view 상에서 theme의 형태로의 작성이 되어야 만이 추후에 단면의 정보를 수질모델이나 기타분석 작업에 사용할 수 있다.

본 연구에서 이러한 기능을 구현하기 위하여 ArcView의 스크립트 언어인 Avenue를 사용하여 구현하였다. 단면정보의 추출은 먼저 그림 4에서와 같이 단면정보를 추출하고자 하는 지점 AB를 TIN 상에서 선정하고 본 연

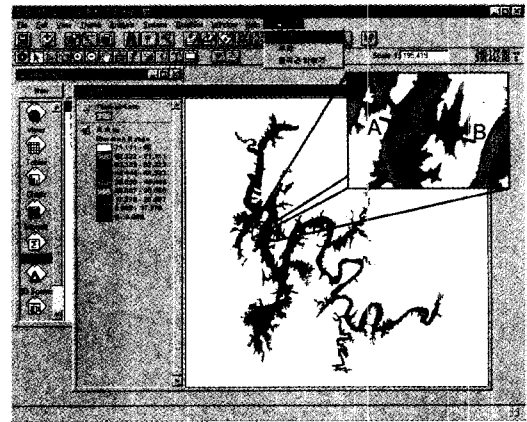


그림 4. 단면정보 추출과정

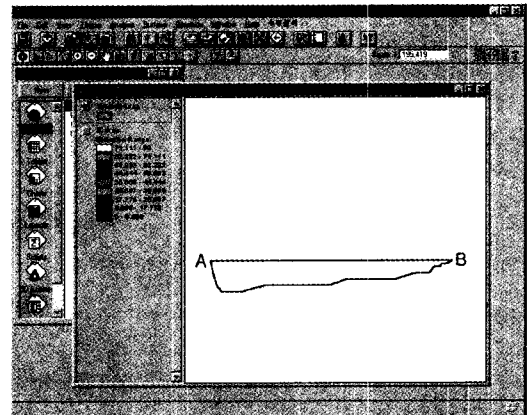


그림 5. A-B 단면의 단면정보 추출의 일례

구에서 그림 4와 같이 작성한 메뉴를 실행하면 그림 5와 같이 view 상에 단면정보가 자동으로 추출된다.

3.3 대청호 임의구간 수체의 체적계산

대청호 수체의 체적을 계산하기 위하여 사용한 방법은 PC ArcView의 3D analysis Extension에서 제공하는 “surface” 메뉴의 “Area and Volume Statistics” 기능을 사용하였다. 체적의 계산은 기본적으로 TIN을 이용하여 계산하며, 구성된 TIN에서는 기준이 되는 수위의 높이 값을 변수로서 필요로 한다.

ArcView의 “Area and Volume Statistics” 기능으로 체적을 계산할 경우에는 “Above”, “Below” 두 개의 선택사항이 수반된다. “Above”는 산과 같이 체적 계산의 기준면에서 위로 볼록한 형태를 가지는 지형의 체적을 계산할 때 이용되며, “Below”는 호수와 같이 밑으로 움

폭 패인 지형의 용적 또는 체적을 계산할 때 사용되는 선택사항으로서 본 연구에서의 채택된 선택사항이라고 할 수 있다.

“Area and Volume Statistics”의 기능은 또한 체적을 계산할 때 view 상에 구축된 TIN의 전체를 고려하게 되므로 본 연구에서 필요로 하는 수체의 체적계산 기능, 즉 임의 구간 수체의 체적계산기능을 구현하기 위해서는 TIN을 구축할 때 체적을 계산하고자 하는 구간에 대해서만 TIN을 구축할 수 있는 기능이 필요로 한다. 이러한 기능을 지원하기 위해서 ArcView의 3D Analysis Extension에서는 TIN을 구축할 때 “clip” 기능을 제공한다. “clip”의 선택사항으로 가능한 theme은 ArcView에서 지원하는 위상관계의 일종인 폴리곤의 속성을 가진 theme 만이 가능하며, 기능은 폴리곤의 바깥부분의 데이터는 TIN을 구축할 때 제외하는 기능을 가지고 있다.

임의구간의 체적을 정확하게 계산하기 위해서 대상구간에 대한 정확한 폴리곤을 작성할 수 있어야 하며 이를 위해서는 등고선을 이용하여 폴리곤을 작성할 때만이 가장 정확한 대상구간의 폴리곤의 작성이 가능하다. 그러나 ArcView에서는 자체적으로 아크속성을 폴리곤 속성으로 변경하는 기능을 지원하지 않기 때문에 본 연구에서는 Avenue를 이용하여 아크속성을 폴리곤으로 변경할 수 있는 기능을 구현하였고 이를 메뉴에 추가하여 사용하였다.

임의 구간의 체적을 계산하기 위해서는 먼저 구간에 대한 폴리곤을 작성하고, 작성된 폴리곤을 “clip” 폴리곤으로 사용하고 그림 3과 같이 댐축조 이전의 지형도를 이용하여 구축된 대청호 내의 수치지형도를 breakline으로 하여 TIN을 구축한 후, “Area and Volume Statistics” 기능을 이용하여 체적계산의 기준 높이를 입력하여 계산한다.

그림 6은 홍수위 80m를 기준높이로 하여 추소리 부근의 체적을 산정한 결과 화면으로서 체적 및 기준높이에 대한 수면면적까지 계산되어 화면에 표시되고 있다. 추소리 부근의 체적은 약 3천3백만톤으로 계산되었으며 수면적은 약 2백5만 m^2 로 계산되었다. 또한 상시만수위 76.5m를 기준으로, 본 연구에서 고려한 대청호 전체(장계교 까지의 체적은 약 11억4천2백만톤으로 계산되어 대청호 상류 전체의 체적 약 14.9억톤과 비교할 때 신뢰할 수 있는 값이 계산되고 있음을 알 수 있다.

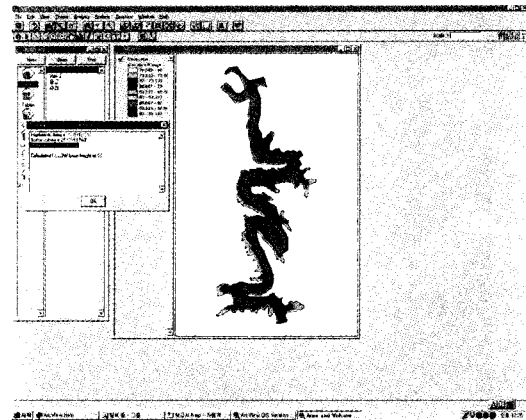


그림 6. 임의 구간의 체적계산 일례

기존의 ArcView의 체적계산기능에 임의 구간에 대한 수체의 체적을 자동계산할 수 있는 기능을 Avenue를 이용하여 추가하므로 필요로 하는 구간 및 수면 높이에 서의 체적을 손쉽게 계산할 수 있으므로 추후 대청호 수질 모델링 및 수질평가의 기초자료제공에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

3.4 수체의 흐름 특성분석

대청호의 외곽 크기는 18.3 km×22.2 km로서 호수 내에는 2개의 섬이 존재하고 있으며 장계교, 옥천천, 회인천, 등동천 4개 지점의 유입지류와 댐지점의 여수로, 대전지역의 추동취수장, 청주지역의 문의취수장 3개의 유출점을 갖는 비교적 복잡한 형상이다. 수치기법을 적용하기 위하여 홍수기와 갈수기로 나누어 실시하였다. 홍수기는 1998년 8월, 갈수기는 4월로 정하였다. x, y 방향에 대한 차분거리 dx, dy는 동일하게 150m로 하여 격자를 구성하였다. 이때 격자수는 홍수기(홍수위 80m를 기준으로 한 수면적을 포함하는 외곽의 크기) 122×148, 갈수기(갈수위 60m를 기준으로 한 수면적을 포함하는 외곽의 크기) 116×140으로서 경계외부에서는 계산을 수행하지 않았으며 경계외부의 현황은 그림 7과 같다.

3.4.1 입력자료

입력자료는 수심자료로서 댐을 축조하기 이전 지형도를 사용하여 제작한 수치등고선도에서 홍수기 80m, 갈수기 60m를 기준으로 하여 각 범위를 초과하는 지역의 표고값을 제외한 자료를 사용하였다.

경계조건 중에서 홍수기는 1998년 8월달 평균유입량 726.7 m^3/sec 을 장계교, 옥천천, 회인천, 등동천으로 유입

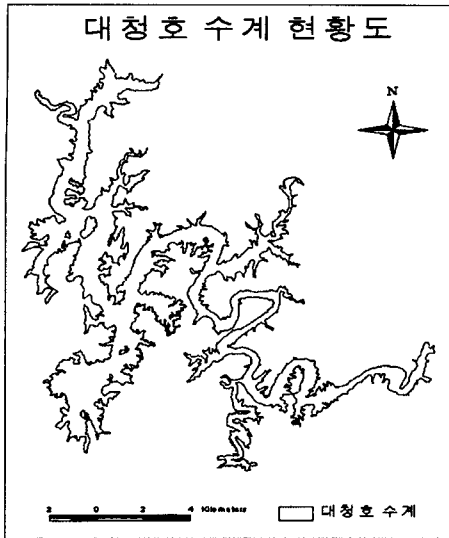


그림 7. 수계현황도 (홍수위 80 m 기준)

하는 비율로 나누어 산정한 결과 각각 $682.3 \text{ m}^3/\text{sec}$, $37.0 \text{ m}^3/\text{sec}$, $6.4 \text{ m}^3/\text{sec}$, $1.1 \text{ m}^3/\text{sec}$ 였다. 댐 지점은 발전량과 여수로량을 합하여 $633.8 \text{ m}^3/\text{sec}$ 이고, 추동과 문의취수장의 취수량은 각각 $5.3 \text{ m}^3/\text{sec}$ 이다. 갈수기는 1998년 4월은 평균유입량이 $153.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ 이고, 장계교, 옥천천, 회인천, 등동천, 댐지점, 추동, 문의 값들은 $143.83 \text{ m}^3/\text{sec}$, $7.8 \text{ m}^3/\text{sec}$, $1.3 \text{ m}^3/\text{sec}$, $0.2 \text{ m}^3/\text{sec}$, $132.0 \text{ m}^3/\text{sec}$, $5.2 \text{ m}^3/\text{sec}$, $5.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ 로 계산되었다.

홍수기 유입지류와 유출지점의 위치는 본 연구에서 구분한 격자의 위치(row, column)로, x 방향으로 댐지점 $\{(12,111), (12,112)\}$, 추동(9,31), 장계교(110,29), 회인천 $\{(79,93), (79,94)\}$, 등동(12,133) 7개 지점이고, y 방향은 장계교(110,29), 옥천(68,1), 문의 $\{(25,139), (26,139)\}$ 4개 지점이다. 또한 갈수기 유입지류와 유출지점은 x 방향으로 댐지점 $\{(10,110), (11,110)\}$, 추동(10,28), 장계교(107,27), 회인천 $\{(72,82), (72,83)\}$, 문의 $\{(11,127), (11,128)\}$ 8개 지점이고, y 방향은 장계교(107,27), 옥천 $\{(61,14), (62,14)\}$, 문의(25,139) 4개 지점이며 입력된 유량값을 표 1과 같다.

계산시간은 $dt = 3 \text{ sec}$, 마찰계수 $F_f = 0.001 \text{ cm}^2/\text{sec}$, 와점성계수 $Ah = 1.0 \times 10^6 \text{ cm}^2/\text{sec}$ 과 초기조건을 내부영역의 유속을 영으로 하는 cold start로 하여 계산을 실시하였다.

3.4.2 결과 및 고찰

입력자료 및 경계조건을 사용하여 홍수기, 갈수기로 나

표 1. 경계조건의 단위 폭당 유량

(단위 : cm^2/sec)

지점	구분	홍수기	갈수기
장계교		2.28×10^4	4.8×10^3
		2.28×10^4	4.8×10^3
옥천천		2.47×10^3	2.6×10^2
			2.6×10^2
회인천		4.5×10	4.5×10
		4.5×10	4.5×10
등동천		1.3×10	
댐		2.12×10^4	4.4×10^3
		2.12×10^4	4.4×10^3
문의 취수장		3.53×10^2	3.5×10^2
추동 취수장		3.53×10^2	3.5×10^2

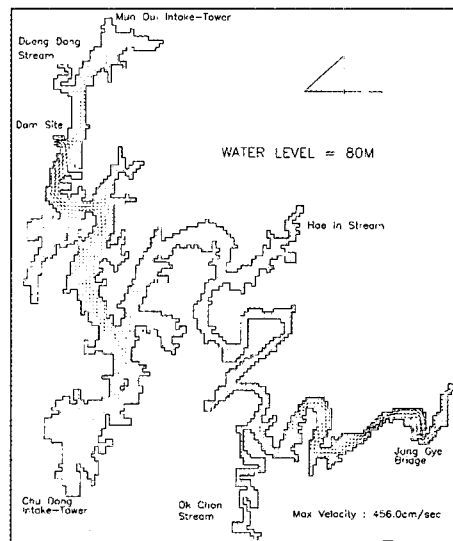


그림 8. 홍수기 흐름도 (80 m)

누어 수치 실험한 결과는 그림 8, 그림 9와 같다.

홍수기를 살펴보면 전반적으로 댐지점의 방류로 인하여 흐름의 순환이 댐지점에서는 뚜렷하게 나타나고, 주원천과 오동천에서 미약하게 보이므로 방류로 인한 영향범위를 추정해 볼 수 있다. 장계교 지점은 금강 본류 지점으로서 홍수시 많은 유출량이 유입하여 옥천천 합류 지점까지 영향을 미치고 있다고 판단된다. 회인천과 등동천은 작은 지류로서 저수지 흐름에 영향을 나타내지 못하고 있으며 추동과 문의 취수장에서 취수하는 영향 또한 나타나지 않고 있다.

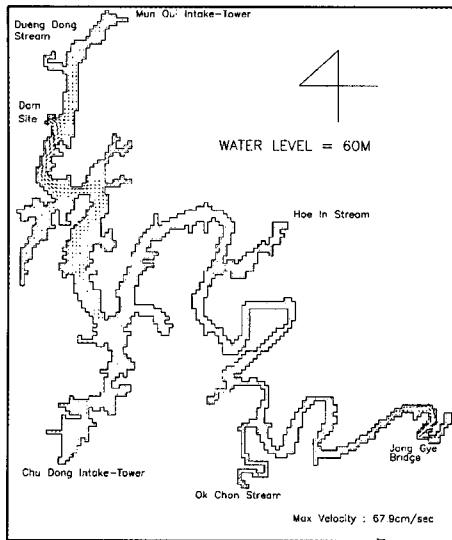


그림 9. 갈수기 흐름도 (60 m)

갈수기는 댐지점에서 발전을 위한 방류의 영향을 살펴 볼 수 있고, 장계교 지점에서 유입하는 유량이 저수지로 유입하는 현상을 나타내고 있다. 나머지 다른 모든 지점에서는 전반적으로 흐름에 순환을 형성하지 못하고 있다.

그림 8, 그림 9에서 보는 바와 같이 수치기법을 통하여 대청호 내의 수체의 순환현상을 적절하게 모의할 수 있었으며 계산과정 또한 안정적이었다.

수체의 흐름 특성 분석에는 본 연구에서와 같이 호수를 임의 크기의 격자로 구분하여 각 격자에 해당하는 수심정보, 단면정보 및 단면에 따른 유량정보 등과 같은 수리학적 특성 정보가 요구된다. 본 연구에서는 이와 같은 수리학적인 특성정보의 추출에 GIS를 이용하여 수체의 흐름 특성분석에 필요한 각종 자료의 수집을 자동화하여 추후 분석작업을 용이하게 수행할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 GIS를 이용하여 호수의 수리학적 특성 추출과 그 활용에 대한 연구로서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 호수의 단면정보를 출력물의 형태가 아닌 분석 가능한 형태로 추출하므로써, 차후 호수의 성층현상 분석 등과 같은 각종 해석에 필수적인 단면 정보를 효율적

으로 활용할 수 있도록 하였다.

둘째, 호수의 수체를 임의의 구간으로 구분하여 체적, 유량을 산정할 수 있는 기능을 구현하므로써 유량정보가 필수적인 호수 수질 모델링을 위한 기초자료를 용이하게 제공할 수 있다.

셋째, 호수내의 수체 흐름의 특성 분석에 필요한 호수의 각종 수리학적 특성 정보 추출과정을 GIS를 이용하여 자동화 하므로써 분석을 효과적으로 수행할 수 있었다.

마지막으로 본 연구에서는 GIS를 이용한 호수의 수리학적 특성 추출에 국한되어 연구가 수행되었으므로 추후에는 GIS와 호수수질 모델을 연계한 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. 장준기 등, "환경정보 체계화에 관한 연구(II)", 국립환경연구원 보고서 No 92-03-331, 1992.
2. 국립환경연구원, "대청호 영양염류 오염부하량 관리방안에 관한 연구(I)", 1998. 12.
3. 한국수자원공사, "GIS를 이용한 수자원 관리 및 계획에 관한 연구", 수자원연구소, 1993. 12
4. 이길성, 강주환, "천수 방정식의 유한차분특성", 대한토목학회 논문집, 제9권 제1호, 1989. 3.
5. Platzman, G. W., "A Numerical Computation of the Surge of North Sea", Proc. R. Soc. Land. A., 1978, pp. 189-228.
6. Daily, J. W. and D. R. F. Haeleman, "Fluid Dynamics", Addison-Wesley, 1966.
7. Wang, J. D. and J. J. Connor, "Mathematical Modeling of Near Coastal Circulation", TR200, R. M. Rarsons Lab. for Water Resources and Hydrodynamics, MIT. 1975.
8. Stelling, G. S., "On the construction of computational method for shallow water problem", Ph.D. -thesis, Delft Uni. of Technology, Delft, the Netherland, 1984.
9. Simons, T. J., "Analysis and simulation of spatial variation of physical and biocamical processes in Lake Ontario", J. Great Lakes Res., 1973, pp. 215-233.
10. Hutchinson. M. F. and T. I. Dowling, "A continental hydrological assessment of a new grid-based digital elevation model of Australia", Hydrological Processes, 1991, pp. 45-58.