

용담댐 건설로 인한 금강 상류의 하천환경변화 분석II

- 수리변화분석 -

정승권* 정동양**

요 지

하천유지를 위한 하천내 최소유량의 충족은 사실상 환경문제에 제공되는 것으로서 기본적으로 하천변 수생식물의 생태계 서식처를 유지하거나 복원하기 위해 제공된다. 또한 하천유지유량은 하천의 고유종 동·식물을 보전하고, 아름다운 하천에 대한 심미적 질을 유지하며 여가활동 및 상업적 어획고를 최대로 늘릴 수 있거나 과학적 또는 문화적 관심사의 특성을 보호하는 기능을 위한 목적으로도 제공된다.

그러므로 생태학적인 하천유지유량 차원에서 무엇보다 중요한 것은 충분한 물을 확보하고 쾌적한 하천을 유지할 수 있는 맑은 물을 하천에 흐르도록 하는 것이다.

이와 더불어 하천의 생태학적인 측면에서는 서식지 보호를 고려한 계획이 뒷받침되어야 할 것이다. 기존의 개발은 하천정비, 골재채취, 수중 보와 하구 독 등 하천시설물 건설, 그리고 댐 및 교량건설 등 인위적인 요인에 의하여 하천환경이 심각하게 변화는 경우가 많다. 특히 댐 건설로 인해 하류지역에 수리학적 변화와 하상 변동 등이 발생하고, 이로 인하여 생태계의 변화를 초래하기도 한다.

따라서 본 연구에서는 금강 최상류에 건설된 용담다목적댐에 의해 인위적으로 하천유입량이 감소하고 이로 인해 발생할 수 있는 수리학적 변화를 모의하여 댐 건설이 금강 상류에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 이를 위해 2차원 유한요소모형을 이용하였으며, 댐 건설전 자연유출량 및 댐 건설후 하천유지유량에 의한 하천의 건조면적, 습지면적을 산정하였다. 또한 하천의 한계소류력과 하도를 형성하는 재료에 따라 바닥면 전단응력을 산정하여 그 차(差)를 활용하여 유량에 따른 유사이송현황을 모의하였다. 모의된 결과를 visual하게 표현하고자 GIS 기법을 이용하여 주요구간에 대한 유사이송현황을 도시하였다.

1. 서 론

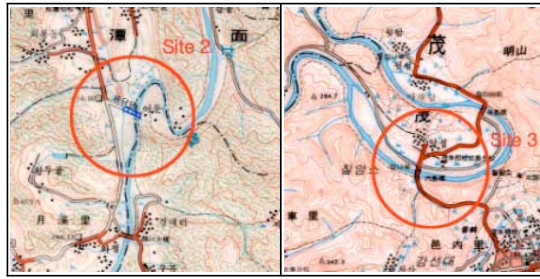
댐 건설로 인한 하천유입유량의 감소는 수위, 유속등의 수문변화와 더불어 하천의 건조면적의 증가, 유사 퇴적 등 수리학적 변화가 수반된다. 이는 하상의 변화뿐만 아니라 중장기적인 하천생태환경의 변화를 초래하게 된다. 본 연구에서는 금강최상류에 건설된 용담다목적댐으로 인해 금강상류로 유입되는 하천수의 감소에 따른 수리학적인 변화를 분석하여 생태환경조사에 필요한 기초자료를 제공하는데 목적을 두었다.

이를 위해 독일의 자연형 하천에서 활용하는 2차원 수리모형인 BCE-2D모형을 적용하여 수리분석을 수행하였으며, 분석결과를 GIS 기법을 이용하여 주요구간에서의 건조/습지면적을 도시하고, 소류력에 의한 유사이송이 발생하는 지점을 표현하는 등의 연구결과를 제시하였다.

2. 대상구간

본 연구에서는 용담댐 건설로 인한 금강상류구간의 수리변화를 분석하고자 “금강수환경 및 생태계 조사 연구”영역에서 선정된 7개의 생태공동조사구간 중 금강상류유역에 해당하는 2곳을 그림 1과 같이 선정하였다.

* (주)웹솔루스 엔지니어링사업부 수자원팀 대리·공학석사·02-887-7963
** 한국교원대학교 기술교육과 교수·공학박사·043-230-3750



Site 2: 전라북도 진안군 용담면 송풍리
Site 3: 전라북도 무주군 무주읍 내도리

그림 1. 대상구간

3. 2차원 수리해석

본 연구에서 대상유역인 금강수계에 대한 2차원 수리분석을 위해 적용한 기법은 독일 자연형 하천에서 사용하는 BCE-2D 모형이다. BCE-2D 모형은 Microstation 기반에서 구동되며 하천이 포함하고 있는 여러 요소들을 여러 Segment(Mesh)로 나누어 적용함으로써 강우 발생시 혹은 인위적인 유출발생으로 인해 하천에서 역학적으로 발생하는 상황들을 모의할 수 있는 2차원 수리모형이다.

3.1 유한요소망 작성

2차원 수리모형은 대상유역의 유역특성을 세밀하게 적용하기 위해 유한 요소망을 작성한다. 세분화된 유한 요소망을 이용하여 각 요소에 매개변수를 적용하게 되는데, 특히 대청댐 상류유역은 대부분의 구간이 급커브 형태의 만곡부로 이루어져 있고, 교량이나 보, 혹은 지류 유입부에 대한 세세한 적용이 필요하기 때문에 유한 요소망 작성에 있어서 정밀한 작업을 요한다.

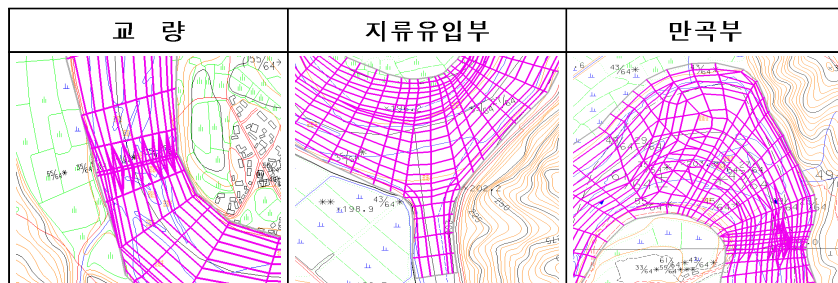


그림 2. 유한요소망 작성예

3.2 건조/습지면적분석

<그림 2-4-24>와 <그림 2-4-28>은 댐 방류량에 따른 금강 상류유역의 습지면적을 2차원 수리모형으로 분석하고 그 결과를 GIS scene로 나타낸 것이다. 그림에서 보는바와 같이 갈수기, 평수기, 홍수기시의 4가지의 댐 방류량 조건, 즉 댐건설전, 5.4m³/s, 9.1m³/s, 평균 방류량의 경우에 대해 각각 모의한 결과값을 도시하였다.

표 1과 표 2의 습지 및 건조분포비를 살펴보면 홍수기때 [site 2]가 댐 건설전과 후의 습지분포비가 20%의 차이를 보이는것에 비해 [site 3]의 경우는 10%의 적은 비율을 보이고 있다. 이는 [site 2]의 경우 용담댐 이후 지류 유입이 없기 때문에 유량의 차이가 오로지 댐 방류에 의한 것으로만 분석되기 때문으로 판단된다. [site 3]의 경우는 안창천, 무주남대천 등의 지류유출이 합류되어 흐르기 때문에 지류유출의 영향을 받은 것으로 판단된다.

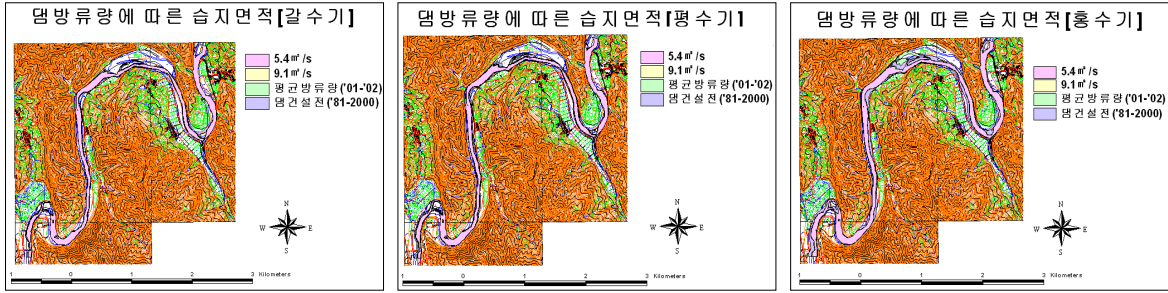


그림 3. 댐 방류량에 따른 분기별 습지면적 - 생태공동조사구간 [site2]

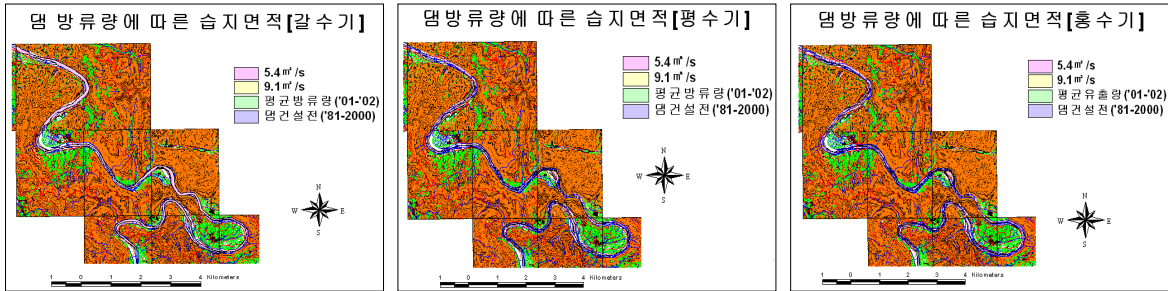


그림 4. 댐 방류량에 따른 분기별 습지면적 - 생태공동조사구간 [site3]

표 1. 댐 방류량에 따른 분기별 습지 및 건조면적(km²) - [site 2]

		댐건설전	5.4	9.1	ave	비 고
갈수기	습지면적	0.63(44.04)	0.52(35.99)	0.55(38.28)	0.57(39.05)	하천면적: 1.44 ()는 하천면적에 따른 비율(%)
	건조면적	0.81(55.96)	0.92(64.01)	0.89(61.72)	0.87(60.50)	
평수기	습지면적	0.70(48.38)	0.52(36.44)	0.55(38.27)	0.60(41.56)	
	건조면적	0.74(51.62)	0.92(63.55)	0.89(61.73)	0.84(58.44)	
홍수기	습지면적	0.94(65.31)	0.59(41.05)	0.64(44.74)	0.63(43.74)	
	건조면적	0.50(34.69)	0.85(58.95)	0.80(55.26)	0.81(56.26)	

표 2. 댐 방류량에 따른 분기별 습지 및 건조면적(km²) - [site 3]

		댐건설전	5.4	9.1	ave	비 고
갈수기	습지면적	1.54(40.22)	1.37(35.89)	1.42(37.22)	1.44(37.72)	하천면적: 3.82 ()는 하천면적에 따른 비율(%)
	건조면적	2.29(59.82)	2.45(64.15)	2.40(62.82)	2.38(62.32)	
평수기	습지면적	1.74(45.48)	1.54(40.22)	1.56(40.95)	1.60(41.95)	
	건조면적	2.08(54.56)	2.29(59.82)	2.26(59.09)	2.22(58.09)	
홍수기	습지면적	2.32(60.62)	1.87(48.99)	1.90(49.80)	1.87(48.99)	
	건조면적	1.51(39.42)	1.95(51.05)	1.92(50.24)	1.95(51.05)	

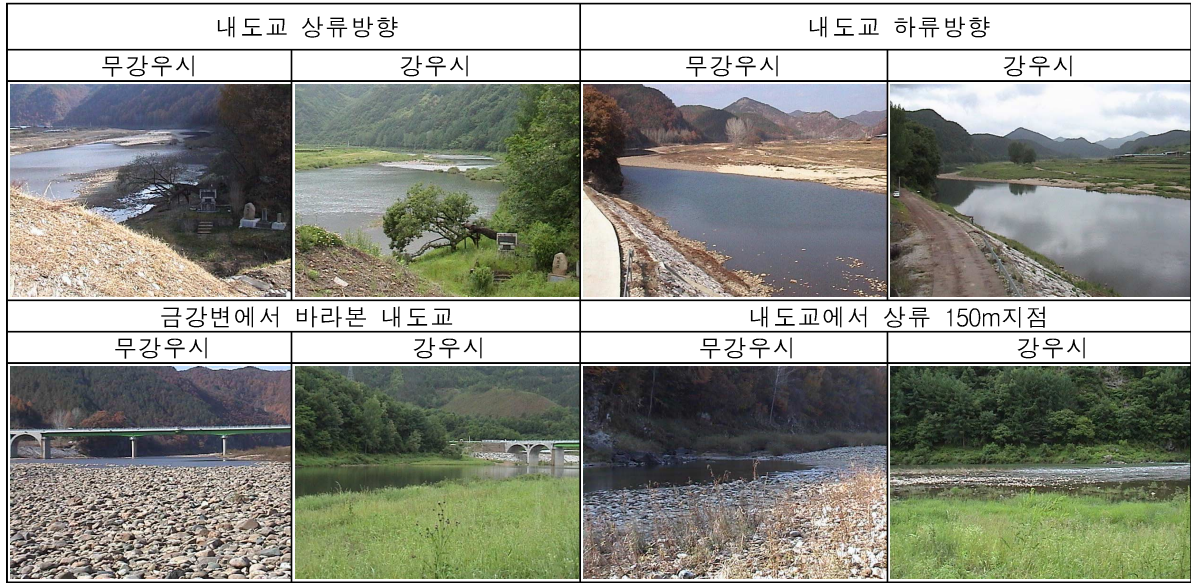


그림 5. 무강우시와 강우시의 생태공동조사구간의 현장모습 [site 3]

3.3 유사이송분석

본 연구에서 활용한 BCE-2D 모형은 하천의 바닥면 진단능력을 산정한다. 이러한 결과값을 이용하여 하천의 유사이송현황을 분석할 수 있는데 먼저 모형 구동을 통해 하천의 바닥면 진단능력을 산정하고, 동일 구간에 대한 하천의 한계 소류력(Critical Shear Stress)를 산정하여 두 결과의 차(差)를 이용하여 유사이송현황을 모의하는 방법을 이용하였다. 한계소류력의 개념을 이용하여 한계조건 관계를 처음 제시한 이는 Shields(1936)로 그는 하상에 있는 한 사립자를 움직이게 하기 위해서는 그 입자의 무게로 인한 바닥과의 마찰력을 극복해야 한다고 주장하였다. 이 마찰력은 입자의 무게에 적절한 마찰계수를 곱하여 산정된다.

생태학적인 측면에서 하천에서의 유사이송은 단순한 흙의 쓸림 및 이송현상을 의미하는 것이 아니다. 갈수기에 퇴적된 토사는 주변의 수서 및 저서 생물에게 제공해야 할 영양분 및 산소를 차단하는 결과를 초래하기 때문에 유사이송으로 인한 토사의 뒤얽음 같은 현상이 주기적으로 발생하여야 한다.

따라서 본 연구에서는 용담댐 건설전과 건설후의 하천유량 자료를 바탕으로 주요 구간에 대한 유사이송현상 발생 유무를 모의하고자 용담댐 건설전 자연유출량과 용담댐 건설후의 댐 방류량 자료를 이용하여 유사이송 구간의 차이를 비교하였다.

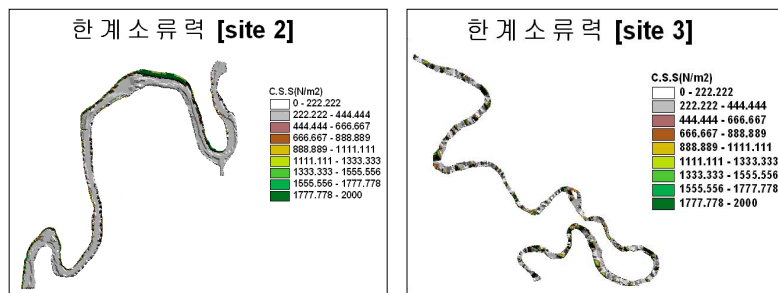


그림 6. 생태공동조사구간의 한계소류력

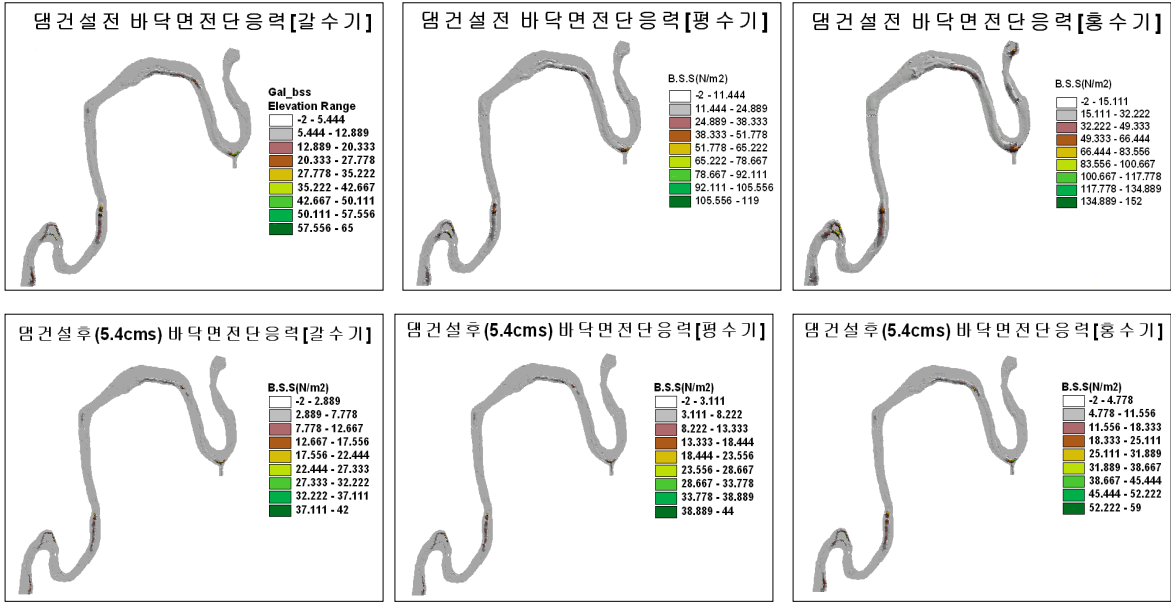


그림 7. 댐건설전 자연유출량 및 댐방류량 5.4m³/s에 의한 바닥전단응력 [site 2]

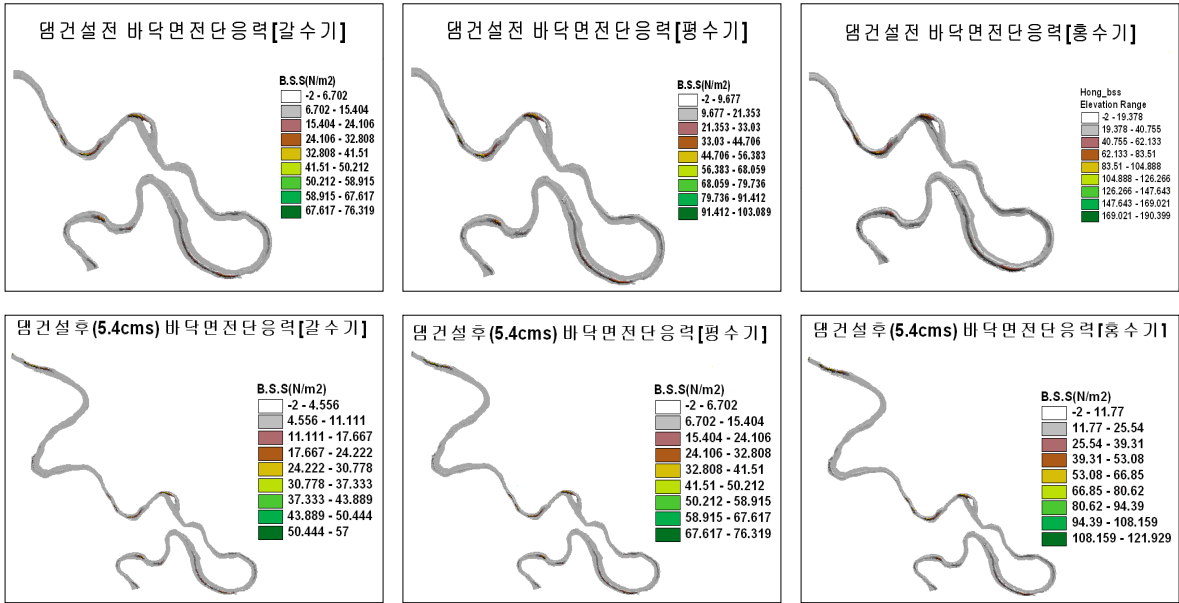


그림 8. 댐건설전 자연유출량 및 댐방류량 5.4m³/s에 의한 바닥전단응력 [site 3]

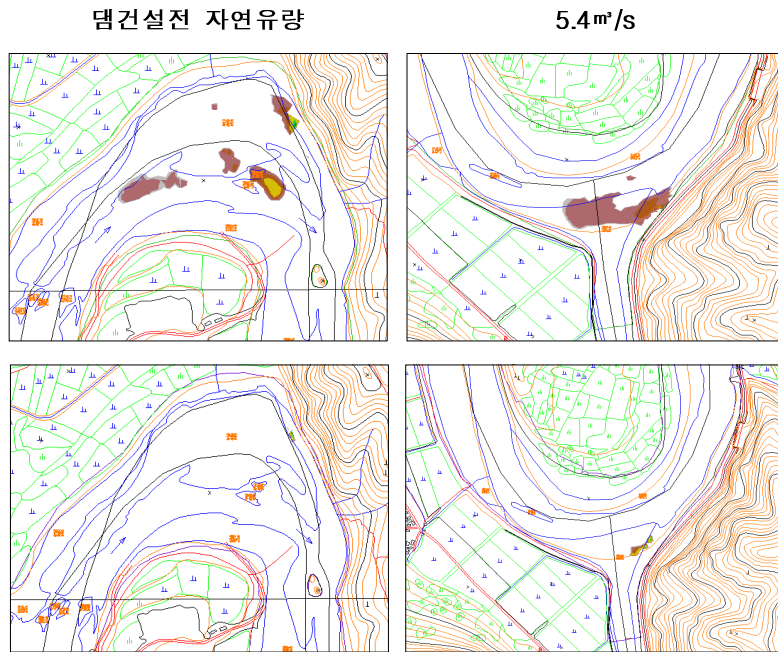


그림 9. 댐 방류량 경우에 따른 홍수기의 유사이송현황 [site 2]

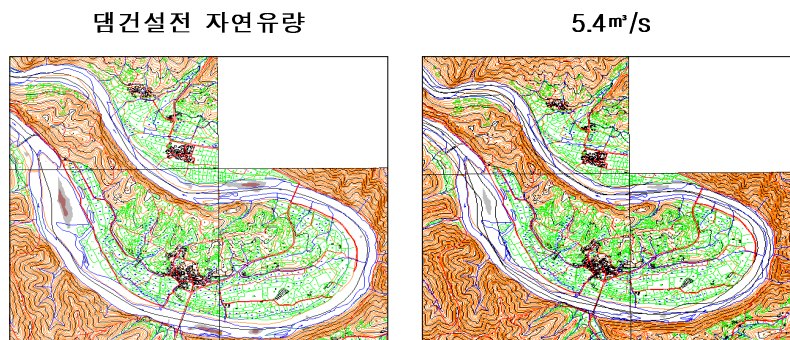


그림 10. 댐 방류량 경우에 따른 홍수기의 유사이송현황 [site 3]

4. 고찰 및 결론

댐 건설전에 비해 용담댐 하천유지유량으로 방류하고 있는 5.4m³/s에 의한 생태공동조사구간 [site 2]의 수위변화는 평균 37cm로 평균수위 201.27m에서 평균 0.18%의 감소율을 나타내었으며, 생태공동조사구간의 건조 및 습지면적에 대한 세밀한 분석결과 [site 2]의 경우 댐건설전 평균 습지면적 0.76km²에서 댐 건설후 평균 0.54km²로 28.59%의 습지가 감소하였으며, [site 3]의 경우 댐 건설전 평균 습지면적 1.87km²에서 댐 건설후 1.59km²로 14.97%가 감소하였다. 특히 [site 3] 지역인 무주 남대리 내도교 지점은 금강 상류구간 중 습지가 가장 잘 발달하여 생태환경이 다양하게 조성된 주요 구간으로 습지면적의 감소로 인한 주변 생태환경의 변화가 예상되는 지점이다. 따라서 모의결과를 바탕으로 확인된 주요지점에 대해 현장조사를 수행하여 댐 건설로 인한 수리학적 변화가 생태환경에 미치는 영향을 파악한다면 본 연구의 결과가 활용성에서 가치가 있다고 하겠다.