

댐 수몰 및 주변지역의 축척 규모에 따른 오차분석

The Error Analysis of Scale Effect for Dam Submerged Area and the Surrounded Regions

이 근 상* 최 연 응** 황 의 호*** 채 영 강****

Geun Sang Lee Yun Woong Choi Eui Ho Hwang Young Gang Chae

요약 댐은 생활에 필요한 물을 안정적으로 공급하고 여름철 집중강우에 의한 홍수피해를 저감하는 효과가 있으나, 댐 건설로 많은 토지나 가옥 등이 수몰되고 댐 주변지역의 환경에도 큰 영향을 주고 있다. 이러한 댐 주변지역의 생활환경을 개선하고 지원하기 위한 사업들이 시행되고 있으며, 본 연구에서는 GIS 공간중첩 기능을 이용하여 공간정보 축척에 따른 용담댐 수몰지역과 댐주변지역 면적오차 특성을 분석한 결과 다음의 결론을 얻었다. 첫째, 1/3,000 수치지형도를 기준으로 각 축척별 수몰지역 면적오차를 분석한 결과, 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 면적오차의 합과 표준오차 그리고 수몰지역 전체면적에 대한 면적오차의 합의 비율에서 각각 9.5배, 9.0배, 10.5배로 정확도 측면에서 매우 효과적임을 알 수 있었다. 둘째, 댐주변지역 면적오차를 분석한 결과, 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 진안군 진안읍이 2km 이내 및 2~5km의 집수구역내 지역에서 각각 13.8배와 20.6배로 가장 큰 차이를 보였다. 또한 2km 이내의 집수구역외 지역에서는 점유면적 자체가 매우 작아 오차특성에 큰 차이를 보이지 않았으며, 2~5km 구간의 집수구역외 지역에서는 금산군 남이면이 31.8배로 가장 큰 오차특성을 나타냄을 알 수 있었다. 마지막으로 댐주변지역 면적오차의 합과 표준오차 그리고 주변지역 전체면적에 대한 면적오차의 합의 비율에서도 1/5,000 수치지형도는 1/25,000에 비해 각각 7.4배, 11.8배, 7.4배로 정확도 측면에서 매우 효과적임을 알 수 있었다.

키워드 : 수몰지역, 댐주변지역, 공간중첩, 수치지형도

Abstract A dam is effective in stable supply of water required in daily life and reduction of damage from floods, but a lot of land or houses are submerged due to the construction of a dam heavily affecting environment in surrounding areas. In order to improve and support daily life environment surrounding a dam, many projects have been conducted, and the study has focused on analyzing how to calculate error characteristics of scale effect for submerged area by using GIS spatial overlay. First, as a result of areal error in submerged area by scale based on a 1/3,000 digital topographic map, it was found that the 1/5,000 digital topographic map is 9.5 times, 9.0 times and 10.5 times more accurate than the 1/25,000 digital topographic map, respectively, in the total of areal error, standard error and areal error for submerged area. Second, as a result of analysis on areal error in areas surrounding a dam, it has been found that Jinan-eup in Jinan-gun registered the largest difference in area within 2km and 2~5km catchment area by recording 13.8 times and 20.6 times, respectively, in the 1/5,000 digital topographic map compared to the 1/25,000 digital topographic map. In addition, in areas out of catchment area within 2km, the area of occupation was very small, so there were no characteristics in error. The out of catchment area, Nami-myeon in Geumsan-gun recorded the largest errors of 31.8 times. Finally, it was found that the ratio of the total areal error in area surrounding a dam, standard error and the total areal error in the entire area using 1,5000 digital topographic map is 7.4 times, 11.8 times and 7.4 times more accurate than the 1/25,000 digital topographic map.

Keywords : Submerged District, Dam Area, Spatial Overlay, Digital Topographic Map

* 전주비전대학 지적부동산과 전임강사 gslee@jvision.ac.kr
 ** 조선이공대학 토목건설과 전임강사 ywchoi@cst.ac.kr(교신저자)
 *** 한국수자원공사 Kwater연구원 선임연구원 ehhwang@kwater.or.kr
 **** (유)신미건설 대표이사 sinmi20072@hanmail.net

1. 서론

댐은 생활에 필요한 물을 안정적으로 공급하고 여름철 집중강우에 의한 홍수피해를 저감하는 효과가 있으며 또한 수력발전으로 인한 전력수요를 충족시키는 효과가 있다. 아울러 봄철 가뭄에 의한 농작물 피해 및 하천의 환경생태학적 악영향을 저감하기 위한 수단으로 댐 저수지에서 공급하는 하천 유지유량 및 댐 건설시 주변경관 및 주민휴식 공간을 조성하는 미관적 특성도 매우 중요한 댐의 역할이라고 할 수 있다(Lee와 Jeon, 2009). 반면 댐 건설로 많은 토지나 가옥들이 수몰되고 해당 지역내 주민들은 새로운 삶의 터전이나 직업을 찾아 도시로 이주하는 문제도 발생하고 있다. 또한 댐 주변지역은 안개발생 빈도가 높기 때문에 작물에 병해충이 서식하여 작물생산에 큰 영향을 미치고 있으며, 대표적으로 과수원에서는 흑병과 적병 등이, 벼에는 이화명충, 도열병 등이, 밭에는 탄저병을 일으키는 해충, 진딧물, 백라크 등이 일반지역보다 많이 나타나고 있어 농약 살포량도 더 많아지고 있다(이기웅과 박지만, 2004; 허승욱과 우장명, 2005). 또한 댐 건설은 주변지역의 바람, 기온, 강수량, 안개, 일조시간 등에 영향을 주게 되어 환경생태학적 변화를 유발하는 특성도 있다(이승호와 허인혜, 2003).

이러한 댐 건설에 따른 문제들을 개선하고 댐 건설을 원활히 추진하고자 수몰지역 주민의 생활재건을 지원하고 그 지역에 생활하는 주민의 생활향상을 도모하기 위한 다양한 조치들이 마련되었다. 이를 위해 미국 등에서는 댐 건설시 토지보상을 비롯한 댐 주변지역 주민지원 사업들을 다양하게 실시하고 있으며, 우리나라에서는 댐 주변지역 주민 및 지역사회 지원을 위해 “댐 건설 및 주변지역지원 등에 관한 법률시행령(2000년 3월 13일 대통령령 제 16,756호)”을 제정하였으며, 댐 주변지역의 효율적인 관리 및 지원사업비의 합리적인 배분을 위해 2004년도 7월에 개정된 기준이 마련되어 시행중에 있다(황의호 등, 2005).

특히 댐 주변지역 지원사업비는 인구, 수몰지역, 댐주변지역 그리고 지역협의회 결정과 같은 4개의 항목으로 구성되어 있으며 이 중 수몰지역과 댐주변지역 면적에 의한 사업비 산정을 위해서는 GIS 공간분석(한중규 등, 2009)을 이용한 계획홍수위선을 1차적으로 정확하게 추출하는 것이 매우 중요하

다. 계획홍수위선 경계를 추출하기 위한 자료원으로는 유역이라는 광범위한 공간적 특성상 1/5,000과 1/25,000 수치지형도가 많이 활용된다. 댐주변지역 지원사업비는 해당 지역에 많은 경제적 혜택을 주는 민감한 사항이므로 산정 기준을 위한 적정 자료원의 선택이 무엇보다도 중요한 문제이며, 따라서 두 수치지형도간의 계획홍수위선 추출에 따른 오차 특성과 이러한 오차가 수몰지역과 댐주변지역 면적 산정에 미치는 영향을 파악하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 용담댐 유역을 대상으로 계획홍수위선으로부터의 거리특성과 행정구역별 점유면적에 영향을 받는 수몰지역과 댐주변지역 면적을 산정하기 위한 기준안을 마련하고자, 전국단위로 구축된 1/5,000과 1/25,000 수치지형도의 오차특성을 분석하였다. 특히 용담댐 건설시 정확한 댐유역의 지형수문학적 분석을 위해 항공사진측량을 이용하여 제작한 1/3,000 수치지형도를 기준자료로 활용하여 두 수치지형도와의 상대적인 오차특성을 비교함으로써 합리적인 지원사업비 산정을 위한 바람직한 수치지형도의 선정기법을 제시하였다.

2. 댐주변지역 지원사업과 배분기준

국내외적으로 댐주변지역에 대한 관심이 높아지면서 이를 지원하기 위한 다양한 사업들이 진행되고 있다. 미국은 1930년대 초 미국 루즈벨트 대통령 주도하에 TVA(Tennessee Valley Authority)가 테네시 북동쪽에 수력 및 저수 목적으로 댐을 건설할 때 지역주민 및 지역경제 활성화를 위한 토지이용 및 지역개발계획을 담고 있는 노리스 프로젝트(Norris's Project)를 시작한 것이 댐 주변지역 지원사업의 시초가 되었다. 이 사업은 토지취득, 지역주민을 위한 계획 및 묘지 이전 등으로 구분되었으며, 이를 위해 수몰지역 주민의 토지구매, 주민 이주 및 재배치 등 지역주민의 생활안정 및 지역경제의 활성화를 주된 목적으로 하고 있다(TVA, 1972). 일본의 댐주변지역 지원사업은 댐 건설 사업자 주도의 보상, 수원지역 대책특별조치법에 의한 수원지역 정비사업, 그리고 댐 건설사업자·지방공공단체·수원지역 대책기금 등에 의한 생활재건대책의 세 가지로 나눌 수 있다(이승복, 1995).

국내 댐주변지역 지원사업은 댐주변지역 주민들의 소득 및 복지를 증진시키고 이를 통해 댐건설에

표 1. 댐주변 지원사업 세부내용

사업구분		세 부 사 업 내 용
지역 지원 사업	소득 증대 사업	<ul style="list-style-type: none"> • 공동영농시설, 농기구수리시설, 생산물공동저장시설, 농로, 농업 용수로, 농업용양수장 등 농림수산업 관련 사업 • 톱밥등 수분조절제의 공동구입 및 공동퇴비화시설 등 축산업 관련사업 • 환경농업 기자재 및 유통시설 등 환경농업 관련 사업 • 그밖에 주민의 소득증대를 위하여 지원사업협의회가 필요하다고 인정하는 사업
	생활기반 조성사업	<ul style="list-style-type: none"> • 의료기구 및 구급차량의 구입 등 의료환경조성 사업 • 노인회관·마을회관·가로등·어린이놀이터·통학차·버스승차대기장 등 생활여건 개선사업 • 그밖에 생활기반조성을 위하여 지원사업협의회가 필요하다고 인정하는 시설의 설치지원사업
주민 지원 사업	주민생활 지원사업	<ul style="list-style-type: none"> • 주민건강진단, 의료보험료지원, 고립주민 교통비지원, 난방비지원, 통신비지원, 전기료 보조, 홍수조절지 친환경농업지원등 주민생활지원사업 • 그밖에 댐주변지역 주민 생활지원을 위하여 지원사업협의회가 필요하다고 인정하는 사업
	육영사업	<ul style="list-style-type: none"> • 교육기자재·도서의 구입, 학자금·장학금의 지급, 학교급식시설지원, 아동급식비지원 등 육영 관련 사업 • 그밖에 댐주변지역의 육영을 위하여 지원사업협의회가 필요하다고 인정하는 사업
기타 지원 사업	댐저수사용료 보조사업	<ul style="list-style-type: none"> • 댐주변지역지원사업구역을 관할하는 시장·군수 또는 구청장이 당해 댐의 저수를 사용하고 댐사용권자 또는 댐사용권설정에정자에게 납부하는 댐저수사용료를 보조하는 사업
	홍보 및 부대사업	<ul style="list-style-type: none"> • 지역문화행사지원, 댐환경보전연구지원, 농기구수리, 댐주변 고립지역 도선운영지원, 자매부락지원 등 대민지원, 대청결운동 등 그밖에 이에 준하는 사업 • 지역론홍보, 주민간담회, 댐견학 등 홍보사업 및 지역협의회 운영 등 지원사업의 효율적 시행을 위하여 필요한 사업

표 2. 기존사업과 개정된 사업기준의 비교

기 준		개 정	
비율	시·군·구별 배분기준	비율	시·군·구별 배분기준
40%	• 수몰지역 면적비율	30%	• 수몰지역 면적비율
30%	• 주변지역 읍·면·동간 인구 비율	30%	<ul style="list-style-type: none"> • 주변지역 읍·면·동 인구를 다음과 같이 산정 <ul style="list-style-type: none"> - 댐계획홍수위선에 접한 전체 읍·면·동의 인구×1.0 - 댐계획홍수위선(보조댐 제외) 2km 이내의 집수구역내 읍·면·동의 인구 × 0.7 - 댐계획홍수위선(보조댐 제외) 2~5km 이내의 집수구역내 읍·면·동의 인구 × 0.5 - 그밖의 읍·면·동 인구 × 0.3(다만, 시의 동은 0.1, 광역시의 동은 0.03)
20%	• 주변지역 읍·면·동간 면적 비율	20%	<ul style="list-style-type: none"> • 주변지역 읍·면·동 면적을 다음과 같이 산정 <ul style="list-style-type: none"> - 댐계획홍수위선(보조댐 제외) 2km 이내의 집수구역 면적×1.0 - 댐계획홍수위선 2km 이내의 집수구역외 지역 면적×0.7 - 댐계획홍수위선(보조댐 제외) 2~5km이내의 집수구역 면적×0.5 - 그밖의 지역 면적×0.3
10%	• 시·도지사나 지역협의회 협의결정	20%	• 시·도지사나 지역협의회 협의결정

대한 이해기반 조성 및 댐의 원활한 운영관리를 목적으로 하고 있다 댐주변지역 지원사업은 소득증대사업, 생활기반조성사업, 주민생활지원사업, 육영사

업, 댐저수 사용료 보조사업 그리고 홍보 및 부대사업 등으로 구분되며 세부 사업내용은 표 1과 같다 (한국수자원공사, 1995).

댐주변지역 지원사업은 2004년 7월에 법률시행령이 개정되었으며, 기존사업과 개정된 사업 기준의 주요내용은 표 2와 같다. 기존의 복지증진사업이 생활기반지원사업과 주민생활지원사업으로 분리되었으며, 소득증대사업과 생활기반조성사업은 지역지원사업으로, 주민생활지원사업과 육영사업은 주민지원사업으로, 저수지사용료보조사업과 홍보 및 부대사업은 기타 지원사업으로 대분류화된 것이 특징이다. 또한 기존의 복지증진사업에서 분리된 주민생활지원사업의 시행자가 기존의 시장·군수에서 댐관리청·댐수탁관리자로 조정된 것이 특징이다. 개정된 사유로는 댐의 건설 및 운영관리에 직접 관련되는 지역을 지원사업구역에 포함하여 민원해소 및 다른 지원사업구역과의 형평성을 확보하기 위한 것이며 아울러 기타 댐의 건설 및 운영으로 피해가 발생할 수 있는 주변지역에 대한 지원사업의 근거를 확보하기 위한 것이다.

댐주변지역지원금 배분방식을 보면, 기존에는 수몰지역 면적비율이 40%에서 30%로 개정되었으며, 주변지역 읍·면·동 인구 비율은 기존과 동일하게 30%로 배정되었다. 또한 주변지역 읍·면·동 면적 비율도 기존과 동일하게 20%로 배정되었으나, 댐관리자와 지역협의회 협의결정은 기존의 10%에서 20%로 확대된 것이 특징이다. 또한 배분 기준중 읍·면·동의 인구 및 면적을 기존에는 계획홍수위선으로부터 5km 이내를 공간적 범위로 하였으나 개정된 기준에서는 계획홍수위선으로부터 지역의 인접정도(2km, 5km) 및 집수구역여부에 따라 차등하여 가중치를 0.3에서 1.0까지 적용하도록 설계되었다(황의호 등, 2005).

3. 적용 및 결과분석

3.1 연구대상지

본 연구에서는 다양한 축척별 수치지형도를 기반으로 댐주변지역 지원사업비를 산정하기 위해 약 930km²의 면적을 갖는 용담댐 유역을 선정하였다. 용담댐은 금강본류, 전북 진안군 용담면 월계리에 높이 70m, 길이 498m의 콘크리트 표면차수벽형 석괴 댐으로서, 댐건설로 형성될 저수지 용량은 815백만 m³이고, 저수지에 수몰되는 면적은 31,595,000m², 이설도로는 11개노선 64.4km 이다. 전주권의 용수공급을 위한 도수터널(직경 3.2m, 길이 21.9km)은

1997년 12월에 굴착완료하였고, 터널 말단부에는 청정에너지 생산을 위한 수력발전소가 건설되었다. 용담댐 유역은 금강유역의 최상류에 위치하고 있는 유역으로서 금강 1, 금강 2, 금강 3, 주자천, 정자천, 진안천, 구량천, 장계천 유역으로 구성되어 있다(한국수자원공사 용담댐관리단, 2009).

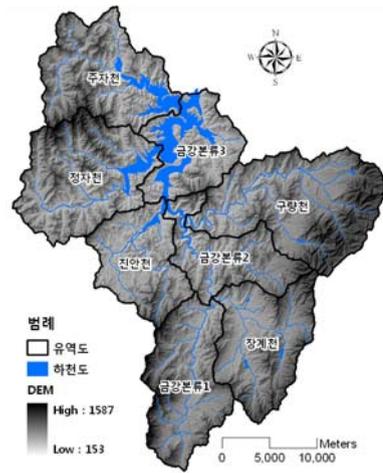


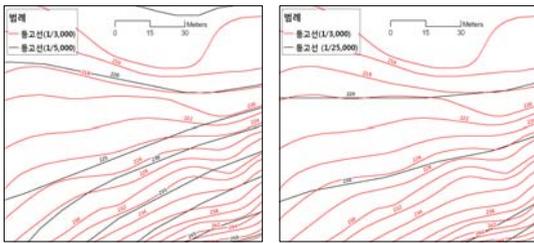
그림 1. 연구대상지역

3.2 수몰지역 면적오차 분석

국가지리정보체계(NGIS; National Geographic Information System) 일환으로 구축된 수치지형도는 1/1,000을 비롯하여 1/5,000과 1/25,000이 있으며, 이중 전국적으로 구축이 완료되어 활용되고 있는 수치지형도는 1/5,000과 1/25,000가 있다. 댐주변지역 지원사업비 계산에 활용되는 수몰지역과 댐주변지역 면적을 평가하기 위해서는 먼저 저수지의 계획홍수위선을 추출해야 한다. 수치지형도의 등고선은 축척에 따라 일정 간격의 등고선만을 가지고 있으므로 용담댐과 같이 265.5m의 계획홍수위선을 레이어로 구축하기 위해서는 축척별 수치지형도의 등고선을 이용하여 불규칙삼각망(TIN; Triangle Irregular Network)을 생성하는 과정이 필요하다.

한국수자원공사(1990)에서는 댐 건설시 정확한 저수용량 산정 등의 업무를 위해 정밀한 등고선 제작이 필요하게 되었으며, 항공사진측량에 의한 2m 등고간격을 갖는 1/3,000 축척의 수치등고선을 제작하였다. 본 연구에서는 용담댐관리단에서 보유하고 있는 1/3,000 수치등고선 자료를 입수하여 수몰지역과 댐주변지역 오차특성 분석에 활용하였다. 그림 2

는 불규칙삼각망 생성에 이용된 1/3,000, 1/5,000, 1/25,000 수치지형도의 등고선을 상호 비교한 것으로서 1/3,000 수치지형도의 등고선 간격은 2m인 반면 1/5,000과 1/25,000 수치지형도의 등고선 간격은 각각 5m와 10m이다. 그림 2와 같이 1/3,000 수치지형도를 기준으로 볼 때 1/25,000 수치지형도는 1/5,000 수치지형도에 비해 상세한 지형표현에 제약이 따르게 되며, 이로 인해 지형생성시 중간 지형에 대한 보간과정중 실제 지형과 다른 형태의 지형이 생성되는 문제가 발생하게 된다(Vincent 등, 2006). 특히 이러한 특성은 경사가 급한 산악지형에서는 큰 차이를 보이지 않지만 경사가 상대적으로 완만한 평야지역이나 저수지 상류부에서는 지형의 오차 특성이 크게 나타나게 된다(Lee와 Lee, 2009; Zhou와 Takashi, 2006).

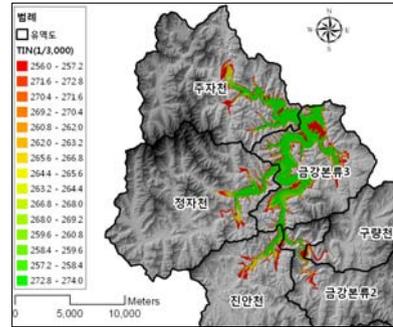


(a) 1/3,000과 1/5,000 (b) 1/3,000과 1/25,000

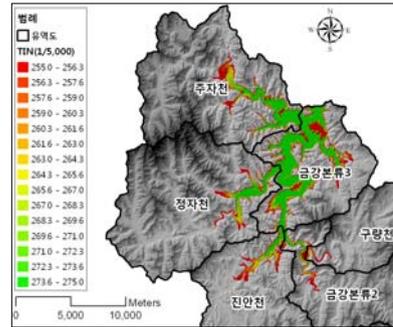
그림 2. 수치지형도 축척별 등고선 비교

그림 3은 각각의 수치지형도를 이용하여 생성한 불규칙삼각망을 나타낸 것으로, 각 축척별로 지형의 표고 분포가 차이를 나타냄을 알 수 있다. 그림 3의 불규칙삼각망으로부터 지형처리를 통해 용담댐의 계획홍수위선인 265.5m 폴리곤 레이어를 그림 4와 같이 추출하였다. 먼저 1/3,000과 1/5,000 수치지형도의 등고선을 비교한 그림 4(a)를 보면, 금강분류2 유역의 일부구간인 『A』에서 부분적으로 차이를 보이고 있으나 다른 지역에서는 계획홍수위선이 전반적으로 잘 일치하는 것으로 나타났다. 그러나 1/3,000과 1/25,000 수치지형도의 계획홍수위선을 비교한 그림 4(b)를 보면, 금강분류2 유역의 일부구간인 『A』를 비롯하여 진안천 유역인 『B』 그리고 주자천 유역인 『C』에서 큰 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 특히 진안천 유역인 『B』구간에서는 1/3,000 수치지형도에서 추출한 계획홍수위선이 1/25,000 수치지형도에 비해 하천중심선을 기준으로

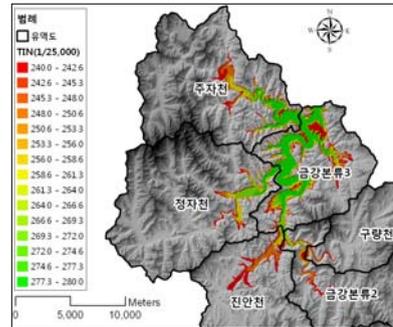
3.10km 만큼 더 크게 나타났다. 또한 『A』와 『C』구간에서도 1/3,000 수치지형도의 계획홍수위선이 1/25,000 수치지형도에 비해 하천중심선을 기준으로 각각 0.77km와 0.74km 만큼 더 크게 나타났으며, 이외에도 표준유역별로 1/3,000과 1/25,000 수치지형도의 계획홍수위선 레이어간에는 부분적으로 많은 차이가 발견되었다.



(a) TIN (1/3,000)



(b) TIN (1/5,000)

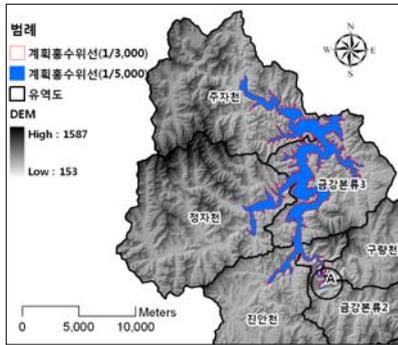


(c) TIN (1/25,000)

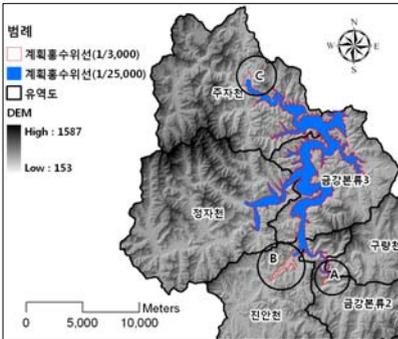
그림 3. 수치지형도 축척별 TIN 비교

1/3,000 수치지형도를 기준으로 분석한 결과, 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해

수몰지역에 해당되는 행정구역 면적오차가 모두 작게 나타났다. 특히 진안군 상전면은 1/5,000이 0.10 km²의 오차를 보인 반면 1/25,000 수치지형도는 1.13 km²의 오차가 발생하여 약 10.3배 수몰지역 면적오차가 작게 나타났다. 또한 수몰지역 면적오차의 합을 분석한 결과, 1/5,000 수치지형도가 0.31km²를 보인 반면 1/25,000은 3.26km²의 오차가 발생하여 약 9.5배 수몰지역 면적오차의 합이 작게 나타났다.



(a) 1/3,000과 1/5,000 수치지형도



(b) 1/3,000과 1/25,000 수치지형도

그림 4. 수치지형도 축척별 계획홍수위선 비교

축척별 수몰면적의 표준오차는 1/5,000 수치지형도가 0.04km²인 반면 1/25,000 수치지형도는 0.36km²로 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 약 9.0배 작은 오차를 확보할 수 있었다. 또한 수몰지역 전체면적인 36.96km²를 기준으로 한 수몰지역 면적오차의 합을 평가한 결과에서는 1/5,000 수치지형도가 0.84%의 오차를 나타낸 반면 1/25,000 수치지형도는 8.82%로 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 약 10.5배 오차가 작게 나타났다. 따라서 수몰지역 면적을 분석시 1/25,000 수치지형도가 1/5,000 수치지형도에 비해

많은 오차를 포함하게 되며 이로 인한 지원사업비 산정결과에도 큰 영향을 줄 것으로 판단된다.

표 3. 축척별 수몰지역 면적과 오차특성

		1/3,000	1/5,000	1/25,000	1/3,000 -1/5,000	1/3,000- 1/25,000
진안군	동향면	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	부귀면	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	상전면	10.80	10.70	9.67	0.10	1.13
	안천면	4.42	4.40	4.10	0.02	0.32
	용담면	9.96	9.84	9.82	0.12	0.14
	정천면	9.68	9.69	10.48	0.01	0.80
	주천면	1.26	1.21	0.82	0.05	0.44
	진안읍	0.84	0.83	0.41	0.01	0.43
무주군	부남면	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	안성면	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	적상면	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
장수군	친천면	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
금산군	남일면	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	남이면	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
면적오차의 합계 (km ²)					0.31	3.26
면적의 표준오차 (km ²)					0.04	0.36
수몰지역 전체면적 (km ²)					36.96	36.96
전체면적 대비 면적오차합의 비율 (%)					0.84	8.82

3.3 댐주변지역 면적오차 분석

댐주변지역 지원사업비 산정에 필요한 계획홍수위선으로부터 2km 이내와 2~5km의 집수구역 및 집수구역외 지역을 분석하기 위해 GIS 공간중첩기법인 UNION 기능을 이용하였으며, 분석된 레이어들이 행정구역별로 연결되어 있지 않은 지역을 통합하기 위해 DISSOLVE 기능을 수행하였다. 표 4~6은 축척별 수치지형도에서 추출한 댐주변지역 면적을 분석한 것으로서 각 구간별로 가중치를 적용하여 최종 댐주변지역 면적을 산정하였다.

먼저 계획홍수위선 2km 이내의 집수구역내 지역을 분석한 결과, 1/3,000과 1/5,000 수치지형도는 각 행정구역별 면적이 유사하게 나타났으며 가장 큰 차이를 보이는 행정구역은 진안군 진안읍으로 축척에 따라 각각 17.08km²와 16.34km²로서 약 0.74km²의 면적오차를 나타내었다. 반면 1/3,000과 1/25,000 수치지형도를 분석한 결과에서는 1/5,000 수치지형도에

표 4. 댐주변지역 면적산정 결과 (1/3,000 수치지형도)

구분	지원사업 총 적용 면적(km ²)		계획홍수위선 2km이내의 집수구역내 지역			계획홍수위선 2km이내의 집수구역외 지역			계획홍수위선 2~5km이내의 집수구역외 지역			기타지역			
	면적 (km ²)	비율 (%)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	
합계	284.98	100.00	174.31	1.00	174.31	12.21	0.70	8.55	164.50	0.50	82.25	66.23	0.30	19.87	
진안군	소계	256.42	89.63	170.78	1.00	170.78	10.32	0.70	7.22	149.23	0.50	74.62	9.35	0.30	2.81
	동향면	15.51	5.44	3.09	1.00	3.09	0.00	0.70	0.00	24.83	0.50	12.42	0.00	0.30	0.00
	부귀면	13.15	4.61	3.35	1.00	3.35	0.00	0.70	0.00	19.59	0.50	9.80	0.00	0.30	0.00
	상전면	40.87	14.34	38.91	1.00	38.91	0.00	0.70	0.00	3.92	0.50	1.96	0.00	0.30	0.00
	안천면	29.24	10.26	25.61	1.00	25.61	0.72	0.70	0.50	6.26	0.50	3.13	0.00	0.30	0.00
	용담면	34.63	12.15	24.81	1.00	24.81	9.60	0.70	6.72	0.91	0.50	0.46	8.82	0.30	2.65
	정천면	46.57	16.34	37.33	1.00	37.33	0.00	0.70	0.00	18.48	0.50	9.24	0.00	0.30	0.00
	주천면	40.00	14.03	20.60	1.00	20.60	0.00	0.70	0.00	38.79	0.50	19.40	0.00	0.30	0.00
진안읍	35.46	12.44	17.08	1.00	17.08	0.00	0.70	0.00	36.45	0.50	18.23	0.53	0.30	0.16	
무주군	소계	12.79	4.06	0.00	1.00	0.00	1.73	0.70	1.21	0.24	0.50	0.12	38.21	0.30	11.46
	부남면	11.86	3.74	0.00	1.00	0.00	1.73	0.70	1.21	0.00	0.50	0.00	35.49	0.30	10.65
	안성면	0.12	0.04	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.24	0.50	0.12	0.00	0.30	0.00
	적상면	0.82	0.29	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.50	0.00	2.72	0.30	0.82
장수군	소계	11.05	3.88	3.53	1.00	3.53	0.00	0.70	0.00	15.03	0.50	7.52	0.00	0.30	0.00
	천천면	11.05	3.88	3.53	1.00	3.53	0.00	0.70	0.00	15.03	0.50	7.52	0.00	0.30	0.00
금산군	소계	5.71	2.00	0.00	1.00	0.00	0.16	0.70	0.11	0.00	0.50	0.00	18.67	0.30	5.60
	남일면	2.45	0.86	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.50	0.00	8.16	0.30	2.45
	남이면	3.27	1.15	0.00	1.00	0.00	0.16	0.70	0.11	0.00	0.50	0.00	10.51	0.30	3.15

표 5. 댐주변지역 면적산정 결과 (1/5,000 수치지형도)

구분	지원사업 총 적용 면적(km ²)		계획홍수위선 2km이내의 집수구역내 지역			계획홍수위선 2km이내의 집수구역외 지역			계획홍수위선 2~5km이내의 집수구역외 지역			기타지역			
	면적 (km ²)	비율 (%)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	
합계	285.97	100	175.42	1.00	175.42	12.15	0.70	8.51	164.41	0.50	82.21	66.14	0.30	19.84	
진안군	소계	255.38	89.30	171.19	1.00	171.19	10.24	0.70	7.17	148.58	0.50	74.29	9.11	0.30	2.73
	동향면	15.69	5.48	3.07	1.00	3.07	0.00	0.70	0.00	25.23	0.50	12.62	0.00	0.30	0.00
	부귀면	13.19	4.61	3.38	1.00	3.38	0.00	0.70	0.00	19.61	0.50	9.81	0.00	0.30	0.00
	상전면	41.02	14.34	39.10	1.00	39.10	0.00	0.70	0.00	3.83	0.50	1.92	0.00	0.30	0.00
	안천면	29.42	10.29	25.92	1.00	25.92	0.73	0.70	0.51	5.98	0.50	2.99	0.00	0.30	0.00
	용담면	34.75	12.15	25.01	1.00	25.01	9.51	0.70	6.66	0.82	0.50	0.41	8.92	0.30	2.68
	정천면	46.89	16.40	37.64	1.00	37.64	0.00	0.70	0.00	18.50	0.50	9.25	0.00	0.30	0.00
	주천면	40.08	14.01	20.73	1.00	20.73	0.00	0.70	0.00	38.69	0.50	19.35	0.00	0.30	0.00
진안읍	34.36	12.01	16.34	1.00	16.34	0.00	0.70	0.00	35.92	0.50	17.96	0.19	0.30	0.06	
무주군	소계	12.82	4.05	0.00	1.00	0.00	1.75	0.70	1.23	0.26	0.50	0.13	38.21	0.30	11.46
	부남면	11.79	3.69	0.00	1.00	0.00	1.75	0.70	1.23	0.00	0.50	0.00	35.21	0.30	10.56
	안성면	0.13	0.05	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.26	0.50	0.13	0.00	0.30	0.00
	적상면	0.90	0.31	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.50	0.00	3.00	0.30	0.90
장수군	소계	12.02	4.20	4.23	1.00	4.23	0.00	0.70	0.00	15.57	0.50	7.79	0.00	0.30	0.00
	천천면	12.02	4.20	4.23	1.00	4.23	0.00	0.70	0.00	15.57	0.50	7.79	0.00	0.30	0.00
금산군	소계	5.76	2.01	0.00	1.00	0.00	0.16	0.70	0.11	0.00	0.50	0.00	18.82	0.30	5.65
	남일면	2.47	0.86	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.50	0.00	8.23	0.30	2.47
	남이면	3.29	1.15	0.00	1.00	0.00	0.16	0.70	0.11	0.00	0.50	0.00	10.59	0.30	3.18

표 6. 댐주변지역 면적산정 결과 (1/25,000 수치지형도)

구분	지원사업 총 적용 면적(km ²)	계획홍수위선 2km이내의 집수구역내 지역			계획홍수위선 2km이내의 집수구역외 지역			계획홍수위선 2~5km이내의 집수구역외 지역			기타지역				
		면적 (km ²)	비율 (%)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)	면적 (A)	가중치 (B)	(A)×(B)
합계	260.47	100.00	155.25	1.00	155.25	11.87	0.70	8.31	156.78	0.50	78.39	61.74	0.30	18.52	
진안군	소계	233.43	89.62	152.42	1.00	152.42	10.15	0.70	7.11	142.42	0.50	71.21	8.99	0.30	2.70
	동향면	14.71	5.65	3.01	1.00	3.01	0.00	0.70	0.00	23.39	0.50	11.70	0.00	0.30	0.00
	부귀면	13.36	5.13	3.50	1.00	3.50	0.00	0.70	0.00	19.71	0.50	9.86	0.00	0.30	0.00
	상전면	40.15	15.41	36.34	1.00	36.34	0.00	0.70	0.00	7.62	0.50	3.81	0.00	0.30	0.00
	안천면	28.64	11.00	24.07	1.00	24.07	0.72	0.70	0.50	8.14	0.50	4.07	0.00	0.30	0.00
	용담면	34.55	13.27	24.66	1.00	24.66	9.43	0.70	6.60	1.19	0.50	0.60	8.99	0.30	2.70
	정천면	45.83	17.59	36.97	1.00	36.97	0.00	0.70	0.00	17.71	0.50	8.86	0.00	0.30	0.00
	주천면	36.56	14.03	16.98	1.00	16.98	0.00	0.70	0.00	39.15	0.50	19.58	0.00	0.30	0.00
진안읍	19.65	7.54	6.89	1.00	6.89	0.00	0.70	0.00	25.51	0.50	12.76	0.00	0.30	0.00	
무주군	소계	12.25	4.70	0.00	1.00	0.00	1.72	0.70	1.20	0.06	0.50	0.03	36.72	0.30	11.02
	부남면	11.68	4.49	0.00	1.00	0.00	1.72	0.70	1.20	0.00	0.50	0.00	34.93	0.30	10.48
	안성면	0.03	0.01	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.06	0.50	0.03	0.00	0.30	0.00
	적상면	0.54	0.21	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.50	0.00	1.79	0.30	0.54
장수군	소계	9.98	3.83	2.83	1.00	2.83	0.00	0.70	0.00	14.30	0.50	7.15	0.00	0.30	0.00
	천천면	9.98	3.83	2.83	1.00	2.83	0.00	0.70	0.00	14.30	0.50	7.15	0.00	0.30	0.00
금산군	소계	4.81	1.85	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.50	0.00	16.03	0.30	4.81
	남일면	2.42	0.93	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.50	0.00	8.06	0.30	2.42
	남이면	2.39	0.92	0.00	1.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.50	0.00	7.97	0.30	2.39

비해 면적오차가 대부분의 행정구역에서 크게 나타났으며, 가장 큰 차이를 보이는 행정구역도 진안군 진안읍으로 축척에 따라 각각 17.08km²와 6.89km²로서 약 10.19km²의 면적오차를 나타내었다. 진안군 진안읍만을 비교할 경우 1/25,000 수치지형도는 1/5,000 수치지형도에 비해 2km 이내의 집수구역내 지역에서 약 13.8배 큰 오차특성을 보였다. 계획홍수위선 2km 이내의 집수구역외 지역을 분석한 결과, 2km 이내의 집수구역내 지역에 비해 비교적 작은 면적을 나타내고 있었다. 1/3,000과 1/5,000 수치지형도를 분석한 결과, 가장 큰 차이를 보이는 행정구역은 진안군 용담면으로 축척에 따라 각각 9.60km²와 9.51km²로서 약 0.09km²의 면적오차를 나타내었다.

반면 1/3,000과 1/25,000 수치지형도를 분석한 결과에서도 진안군 용담면이 각각 9.60km²와 9.43km²로서 약 0.17km²의 면적오차를 나타내었다. 계획홍수위선 2~5km 이내의 집수구역내 지역을 분석한 결과, 1/3,000과 1/5,000 수치지형도는 각 행정구역별 면

적이 유사하게 나타났으며 가장 큰 차이를 보이는 행정구역은 장수군 천천면으로 축척에 따라 각각 15.03km²와 15.57km²로서 약 0.54km²의 면적오차를 보였으며 진안군 진안읍은 각각 36.45km²와 35.92km²로서 약 0.53km²의 면적오차를 나타내었다. 반면 1/3,000과 1/25,000 수치지형도를 분석한 결과에서는 1/5,000 수치지형도에 비해 면적오차가 대부분의 행정구역에서 크게 나타났으며, 가장 큰 차이를 보이는 행정구역은 진안군 진안읍으로 1/3,000과 1/25,000 수치지형도가 각각 36.45km²와 25.51km²로서 약 10.94km²의 면적오차를 나타내었다. 진안군 진안읍만을 비교할 경우 1/25,000 수치지형도는 1/5,000 수치지형도에 비해 2~5km 이내의 집수구역내 지역에서 약 20.6배 큰 오차특성을 보였다.

또한 계획홍수위선 2~5km 이내의 집수구역외 지역인 기타지역을 분석한 결과, 2~5km 이내의 집수구역내 지역에 비해 비교적 작은 면적을 나타내고 있었다. 1/3,000과 1/5,000 수치지형도를 분석한 결

과, 가장 큰 차이를 보이는 행정구역은 진안군 진안읍으로 1/3,000과 1/5,000 수치지형도가 각각 0.53km²와 0.19km²로서 약 0.34km²의 면적오차를 보였으며 금산군 남이면에서는 각각 10.51km²와 10.59km²로서 약 0.08km²의 면적오차를 나타내었다. 반면 1/3,000과 1/25,000 수치지형도를 분석한 결과에서는 금산군 남이면이 각각 10.51km²와 7.97km²로서 약 2.54km²의 면적오차를 나타내었다. 금산군 남이면만을 비교할 경우 1/25,000 수치지형도는 1/5,000 수치지형도에 비해 2~5km 이내의 집수구역외 지역에서 약 31.8배 큰 오차특성을 보였다. 이와 같이 댐주변지역 면적산정에 이용되는 4개의 경계범위에서 1/5,000 수치지형도는 1/25,000 수치지형도에 비해 행정구역별 면적오차가 상대적으로 매우 작게 나타났으며, 1/25,000 수치지형도가 1/5,000 수치지형도에 비해 댐주변지역 지원사업비 산정에 큰 영향을 줄 것으로 판단된다.

댐주변지역 면적기준을 적용한 사업비를 산정하기 위해서는 각 경계구간에 대해 가중치를 적용해야 되며, 표 7은 가중치를 적용하여 계산된 최종 댐주변지역 면적을 축척별로 정리한 것이다.

표 7. 축척별 댐주변지역 면적과 오차특성

		1/3,000	1/5,000	1/25,000	1/3,000 -1/5,000	1/3,000 -1/25,000
진안군	동향면	15.51	15.69	14.71	0.18	0.80
	부귀면	13.15	13.19	13.36	0.04	0.21
	상전면	40.87	41.02	40.15	0.15	0.72
	안천면	29.24	29.42	28.64	0.18	0.60
	용담면	34.63	34.75	34.55	0.12	0.08
	정천면	46.57	46.89	45.83	0.32	0.74
	주천면	40.00	40.08	36.56	0.08	3.44
	진안읍	35.46	34.36	19.65	1.11	15.82
무주군	부남면	11.86	11.79	11.68	0.07	0.18
	안성면	0.12	0.13	0.03	0.01	0.09
	적상면	0.82	0.90	0.54	0.08	0.28
장수군	천천면	11.05	12.02	9.98	0.97	1.07
금산군	남일면	2.45	2.47	2.42	0.02	0.03
	남이면	3.27	3.29	2.39	0.02	0.87
면적오차의 합계 (km ²)					3.35	24.93
면적의 표준오차 (km ²)					0.35	4.13
댐주변지역 전체면적 (km ²)					284.98	284.98
전체면적 대비 면적오차합의 비율 (%)					1.18	8.75

1/3,000 수치지형도를 기준으로 분석한 결과, 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 행정구역별 댐주변지역 면적오차가 진안군 용담면을 제외하고는 모두 작게 나타났다. 특히 진안군 진안읍은 1/5,000 수치지형도가 1.11km²의 오차를 보인 반면 1/25,000 수치지형도는 15.82km²의 오차가 발생하여 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 약 14.3배 댐주변지역 면적오차가 작게 나타났다. 또한 댐주변지역 면적오차의 합을 분석한 결과, 1/5,000 수치지형도가 3.35km²를 보인 반면 1/25,000은 24.93km²로서 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 약 7.4배 댐주변지역 면적오차의 합이 작게 나타났다. 축척별 댐주변지역 면적의 표준오차는 1/5,000 수치지형도가 0.35km²인 반면 1/25,000 수치지형도는 4.13km²로 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 약 11.8배 작은 오차를 확보할 수 있었다. 또한 댐주변지역 전체면적인 284.98km²를 기준으로 한 댐주변지역 면적오차의 합의 비율을 평가한 결과에서는 1/5,000 수치지형도가 1.18%의 오차를 나타낸 반면 1/25,000 수치지형도는 8.75%로 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 약 7.4배 오차가 작게 나타났다. 따라서 댐주변지역 면적을 분석시 1/25,000 수치지형도가 1/5,000 수치지형도에 비해 많은 오차를 포함하게 되며 이로 인한 지원사업비 산정결과에도 큰 영향을 줄 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 GIS 자료축척에 따른 수몰지역과 댐주변지역 면적의 오차특성을 계산하기 위해 용담댐 유역을 연구대상지로 선정하였으며, 용담댐 건설 당시 구축한 2m 등고의 1/3,000 수치지형도를 기준 자료로 하여 5m와 10m 등고 간격을 갖는 1/5,000 및 1/25,000 수치지형도와 상호 비교함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 1/3,000 수치지형도를 기준으로 각 축척별 수몰지역 면적오차를 분석한 결과, 1/5,000 수치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 면적오차의 합과 표준오차 그리고 수몰지역 전체면적에 대한 면적오차의 합의 비율에서 각각 9.5배, 9.0배, 10.5배로 정확도 측면에서 매우 효과적임을 알 수 있었다. 둘째, 댐주변지역 면적오차를 분석한 결과, 1/5,000 수

치지형도가 1/25,000 수치지형도에 비해 진안군 진안읍이 2km 이내 및 2~5km의 집수구역내 지역에서 각각 13.8배와 20.6배로 가장 큰 차이를 보였다. 또한 2km 이내의 집수구역의 지역에서는 점유면적 자체가 매우 작아 오차특성에 큰 차이를 보이지 않았으며, 2~5km 구간의 집수구역의 지역에서는 금산군 남이면이 31.8배로 가장 큰 오차특성을 나타냄을 알 수 있었다. 마지막으로 댐주변지역 면적오차의 합과 표준오차 그리고 주변지역 전체면적에 대한 면적오차의 합의 비율에서 1/5,000 수치지형도는 1/25,000에 비해 각각 7.4배, 11.8배, 7.4배로 정확도 측면에서 매우 효과적임을 알 수 있었다. 이와 같이 본 연구에서는 수물지역 및 댐주변지역 면적 산정시 1/5,000 수치지형도가 1/25,000에 비해 어느 정도의 효용성이 있는지를 검토할 수 있었으며, 또한 1/3,000과 비교한 1/5,000의 수물지역과 댐주변지역의 전체면적 대비 면적오차합의 비율이 각각 0.84%와 1.18%로서 NGIS 일환으로 입수가 가능한 1/5,000 수치지형도가 현실적인 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 이기용, 박지만, 2004, “주암댐 주변지역의 친환경 농업 실태와 발전방안”, 한국유기농업학회지, 제12권, 제4호, pp. 377-397.
- [2] 이승복, 1995, “댐 주변지역 지원사업을 위한 정책 방향”, 국토, pp. 77-84.
- [3] 이승호, 허인혜, 2003, “대형 댐 건설이 주변 지역의 안개 특성에 미친 영향-주암댐과 충주댐을 사례로”, 환경영향평가학회지, 제12권, 제2호, pp. 109-120.
- [4] 한국수자원공사, 1990, 용담댐 항공사진측량 보고서.
- [5] 한국수자원공사, 1995, 다목적댐 주변지역지원사업 업무편람, pp. 3-27.
- [6] 한국수자원공사 용담댐관리단, 용담댐 관리연보, 2009.
- [7] 한종규, 김성필, 장동호, 장대수, 2009, “항공 LiDAR 자료를 이용한 슈퍼태풍 내습시 해운대 해수욕장 인근 도심지역 침수 피해 규모 추정”, 한국GIS학회지, 제17권, 제3호, pp. 341-350.
- [8] 허승욱, 우장명, 2005, “대청·충주댐 주변지역의 친환경농업 발전전략”, 한국유기농업학회지, 제13권, 제1호, pp. 53-68.
- [9] 황의호, 이근상, 채효석, 고덕구, 2005, “GIS 공간 분석을 이용한 댐 주변지역 지원사업비 산정”, 한국지리정보학회지, 제8권, 제4호, pp. 24-32.
- [10] Geun Sang Lee, Dae Youn Jeon, 2009, “The Analysis of Reduction Efficiency of Soil Erosion and Sediment Yield by a Ginseng Area using GIS Tools”, 한국GIS학회지, 제17권, 제4호, pp. 431-443.
- [11] Geun Sang Lee, Khil-Ha Lee, 2009, “Comparison between a soft and crisp geographic boundary of the soil texture component in hydrologic models”, Journal of Hydrologic Engineering, Vol. 14, No. 6, pp. 640-646.
- [12] Tennessee Valley Authority(TVA), 1972, Environmental Statement, Tellico Project, Vol. 1, National Technical Information Service.
- [13] Vincent Chaplot, Frederic Darboux, Hocine Bourennane, Sophie Leguedois, Norbert Silvera, Konngkeo Phachomphon, 2006, “Accuracy of interpolation techniques for the derivation of digital elevation models in relation to landform types and data density”, Geomorphology, Vol. 77, pp. 126-141.
- [14] Zhou Lin, Takashi Oguchi, 2006, “DEM analysis on longitudinal and transverse profiles of steep mountainous watersheds”, Geomorphology, Vol. 78, pp. 77-89.

논문접수 : 2010.06.21
수정일 : 2010.08.06
심사완료 : 2010.08.20



이 근 상

1999년 전북대학교 대학원 토목공학과
공학석사
2003년 전북대학교 대학원 토목공학과
공학박사
2003.4~2009.8 한국수자원공사 Kwaer

연구원 책임연구원

2009.9~현재 전주비전대학 지적부동산과 전임강사



최 언 응

2001년 전북대학교 대학원 토목공학과
공학석사

2005년 전북대학교 대학원 토목공학과
공학박사

2010.3~현재 조선이공대학 토목건설

과 전임강사



채 영 강

2010년 전북대학교 대학원 토목공학과
공학석사

현재 (유)신미건설 대표이사



황 의 호

2004년 인하대학교 대학원 지리정보공
학과 공학석사

2009년 충남대학교 대학원 토목공학
과 박사수료

현재 한국수자원공사 Kwaer 연구원

선임연구원