

공간정보기술을 이용한 하천지형 표출기법에 관한 연구



조 명 희 ▶▶
경일대학교 위성정보공학과 교수
(주)지오씨엔아이 대표
mhjo@kiu.ac.kr



박 현 철 ▶▶
경일대학교 위성정보공학과 박사수료
(주)지오씨엔아이 건설정보연구센터 차장
phc1209@naver.com



정 윤 재 ▶▶
미국 오하이오 주립대학교
토목·환경·측지 공학부 박사과정
yunjae1030@hotmail.com

1. 서론

대한민국 하천은 현재 4대강 살리기 사업, 생태하천 조성사업, 하천기본계획, 유역조사사업, U-river 등 자유와 생명이 숨쉬는 하천 만들기를 위한 국가적 이슈의 중심에 있다. 반면에 매년 발생하는 홍수범람과 같은 재해로 인해 제방붕괴, 시설물 침수 등의 피해가 반복적으로 발생하는 국가적 재해취약지역인 곳 또한 하천이다. 그러나 재해방재를 위한 방법의 경우

사전 예방 보다는 발생 후 복구에만 치중하고 있는 실정이다. 재해에 대한 사전 예방을 위한 방법으로 하천 재해발생 상황과 유사한 모형을 제작하여 피해발생 가능지역 사전 추출 및 재해 상황을 미연에 방지하는 연구가 필요하며, 그 중 중요한 요소인 하천지형에 대한 정확도 향상 방안 연구가 선행되어야 할 것이다.

지금까지의 하천지형 생성 자료 획득 방법은 기본 계획·실시설계 등에 사용되는 평면도를 이용하는 방법으로 평면도는 항공측량을 통해 제작된 수치지형을 기반으로 현장 보안측량을 실시한 성과물로 현장 보완측량의 경우 측정되는 지점의 값은 정확하나 지점과 지점사이의 정확도는 거리가 멀어질수록 낮아져 보간법 적용에도 불구하고 정확도 측면의 저하 및 많은 공정을 통한 고비용이 소요되는 것이 사실이다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 공간정보기술 중 연속적인 하천지형 제작이 가능한 항공레이저측량 기술 도입이 필요하게 되었으며, 이러한 신기술은 기존 문제점에 대한 해결방안 제시와 하천지역 관리를 위한 기존 방식의 선진화방안 도출이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구는 기존 방식 결과물인 수치지도 (1/2,500, 1/5,000)를 이용한 방법과 신규 방식인 항공레이저측량 방식의 하천지형 제작시 정확도 관측 및 비교·분석을 실시하였으며, 향후 신규 방식의 현장 적용성을 판단하고자 하였다. 아울러 항공레이저측량 방식의 하천적용 다양성 및 활용방안을 모색하여 하천의 정보화 인프라 구축의 초석을 마련하고자 한다.

2. 공간정보기술

공간정보(Geoinformatics)기술이란 지형지물이나 구조물과 같은 유형 형태의 정보뿐만 아니라 하천 및 연안, 토지의 용도, 경계, 풍속, 토양, 공기의 오염도, 교통량 등과 같이 인간의 사회, 경제, 사업 활동 전반에 나타나는 모든 무형 현상에 대한 정보를 수집, 처리하여 공간적 분석과 표현을 통한 효율적인 의사결정을 지원할 수 있는 총체적 기술을 말한다.

공간정보기술의 종류로는 측량학(Surveying), 지리정보시스템(GIS), 원격탐사(RS), 위성전파항법시스템(GNSS), 지능형교통시스템(ITS), 사진측량학(Photogrammetry), 항공레이저측량(LiDAR), 지도제작(Mapping) 등이 있으며, 현재 4S로 일컬어지는 GIS, GNSS, RS, ITS의 경우 각기 독자적인 기술 영역을 구축하기보다는 상호 보완적인 역할 수행을 통한 융합적인 공간정보기술로 발전하고 있다. 이러한 공간정보기술 적용에 따라 기존 하천관리 방식에서 벗어나 다차원적 하천관리가 가능한 시대를 맞이할 것이다.

3. 공간정보기술을 이용한 3차원 하천지형표출

3.1 3차원 하천지형표출 방법



그림 1. 공간정보기술의 종류

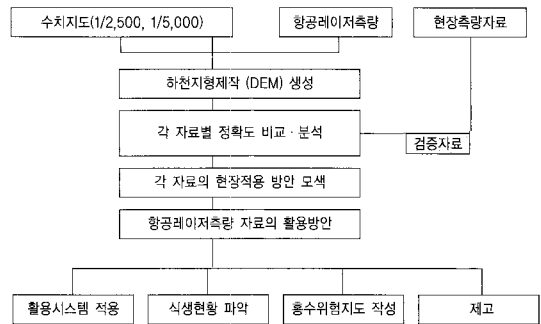


그림 2. 공간정보기술기반 하천지형표출 연구흐름도

3차원 하천지형표출이 가능한 자료인 수치지도와 항공레이저측량 자료를 이용하여 하천지형 자료를 제작하여 현장측량자료와의 비교·분석을 통해 정확도를 검증하였으며, 각 자료별 특성에 따라 하천지형 제작 결과물의 차이성 확인과 자료의 위치적 정확도 검증을 위해 현장측량자료와의 비교·검토를 수행하였다. 각 자료별 하천지형표출 방법에 대한 흐름도는 그림 2와 같다.

3.2 연구대상지

4대강 중 하나이며, 2008년 기본계획 및 홍수위험 지도제작을 위해 항공레이저 측량이 촬영된 지역이며, 비교대상인 수치지도(1/2,500, 1/5,000)가 제작되어 있는 영산강을 대상지로 선정하여 연구를 수행하였다.



그림 3. 연구대상지 (영산강)

3.3 연구자료

가. 수치지도

연구자료로 사용된 수치지도(평면도)는 1/2,500과 1/5,000 축척이며, 2008년 하천기본계획 시 제작된 1/2,500 수치지도와 2000년 초반 국가기본도로 전국을 대상으로 제작된 1/5,000 수치지도를 이용하여 하천지형을 제작하였으며, 사용된 수치지도 레이어는 등고선, 표고점을 사용하였다.

나. 항공레이저측량 (LiDAR)

항공기에 탑재된 레이저 장비를 이용하여 레이저가 돌아오는 시간차를 이용해 하천지형을 제작하는 방법으로 홍수위험지도 및 다차원 공간정보구축사업 등에 이용되고 있다. 항공레이저측량은 국토지리정보원에서 1m 이상의 해상도를 얻기 위한 규정인 1㎡당 2.5점의 점밀도로 측량된 무수한 레이저 포인트를 이용하는 방법으로 수치표면자료와 수치지면자료 분류 후 하천지형자료를 제작하였다. 본 연구에 사용된 항공레이저측량 자료는 2008년 하천기본계획시 측량된 자료를 연구자료를 활용하였다.

다. 현장측량자료

수치지도, 항공레이저측량 자료의 위치 정확도 비교를 위해 현장 측량을 실시한 자료를 검사자료로 수행하였다.

3.4 각 자료별 하천지형자료 제작 결과물

본 연구에서는 1/2,500 수치지도, 1/5,000수치지도, 항공레이저측량 자료를 이용하여 하천지형자료를 제작하였으며, 제작된 하천지형의 각 자료별로 생성 가능한 해상도 2m, 5m, 1m로 제작하여 동일한 지역에 대표적인 하천 지형지물인 제방, 인공지물, 제내지(산지 및 논) 등을 대상으로 비교·분석작업을 수행하였다.

형상에 대한 판단 결과 대부분의 지역에서 항공레이저측량 자료의 형상 파악이 가장 우수한 것으로 나타났으며, 그에 반해 1/2,500은 제방, 제내지에 대한 형상파악은 일부 가능하였으나, 인공지물과 수심부에 대한 파악을 불가능하여 일부 지역에 대한 참조자료로의 활용이 가능할 것으로 사료된다. 아울러, 1/5,000 수치지도의 경우는 대부분의 형상파악이 불가능하였으며, 일부 산지에 대한 파악만이 가능하여 하천지형제작에 사용하는 것을 지양하여야 할 것으로 사료된다.

가. 제방

각 자료별 제작 결과물 중 제방에 관한 형상분석 결과, 항공레이저측량은 현 지형을 그대로 표현한 반면에 1/2,500 수치지도의 경우 아래 제방 부분이 생성되지 못하고 붕괴되어 있는 형상으로 나타났으며, 1/5,000의 경우 제방 표현자체가 되지 않음을 확인할 수 있었다.

나. 인공지물

각 자료별 제작 결과물 중 인공지물인 교량에 관한 형상분석 결과, 항공레이저측량은 현 지형을 그대로 표현한 반면에 1/2,500과 1/5,000 수치지도의 경우 교량 표현자체가 되지 않음을 확인할 수 있었다.



항공사진

항공레이저측량

1/2,500수치지도

1/5,000수치지도

그림 4. 각 자료별 형상측면의 비교자료 (제방)



항공사진

항공레이저측량

1/2,500수치지도

1/5,000수치지도

그림 5. 각 자료별 형상측면의 비교자료 (교량)



항공사진

항공레이저측량

1/2,500수치지도

1/5,000수치지도

그림 6. 각 자료별 형상측면의 비교자료 (제내지)



항공사진

항공레이저측량

1/2,500수치지도

1/5,000수치지도

그림 7. 각 자료별 형상측면의 비교자료 (수심부)

다. 제내지

각 자료별 제작 결과물 중 제내지의 산지와 논에 관한 형상분석 결과, 항공레이저측량은 현 지형을 그대로 표현한 반면에 1/2,500과 1/5,000 수치지도의 경우 산의 형상을 나타내고 있으나, 논에 대한 형상 표현이 되지 않는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 향후 홍수위험지도 상에 홍수범위산정에도 정확도 측면

의 문제가 발생되리라 사료된다.

라. 수심부

각 자료별 제작 결과물 중 수심부 관한 형상분석 결과, 항공레이저측량은 수심부에 대한 관측이 어려우나, 수심부 상에 물이 없는 지형에 관한 관측은 가능한 것으로 판단되며, 반면에 1/2,500과 1/5,000

수치지도의 경우 수심부 표현자체가 되지 않음을 확인할 수 있었다.

3.6 정확도 검증

수치지도 및 항공레이저측량을 이용한 하천지형제작에 대한 형상검증 실시하였으며, 정확도에 검증을 위해 영산강 지역의 현장조사를 실시하여 검사점을 선정하였으며, 검사점으로 선정된 지역은 하천을 특성을 고려하여 다양한 지점에 대한 현장 측량을 실시하였다. 현장에서 측량된 지점과 각 자료별 하천지형 제작 결과물과의 비교한 자료는 <표 1>과 같은 결과를 획득할 수 있었다.

각 자료에 의해 생성된 하천지형자료는 현장에서 관측된 실측자료 23개 지점을 대상으로 비교·검수 작업을 수행하였다. 검수점으로 선정된 23개지점은 하천특성을 고려하여 평지지역과 제방지역 등을 고르

게 분포하였다.

정확도 검수결과 동일위치의 수직위치정확도는 1/2,500 수치지도의 경우 ±2.087m로 나타냈으며, 1/5,000 수치지도의 경우 현장관측에 대한 측정이 불가하게 나타나 측정치에서 제외하였다. 항공레이저 측량에 의해 제작된 하천지형자료의 경우 ±0.189m로 타 자료에 비해 정확도가 우수하게 나타났음을 확인할 수가 있었다.

결과적으로 항공레이저측량을 이용한 방법이 가장 정확한 높이값의 일치를 나타내는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 항공레이저측량 기반의 지형제작물이 향후 실제 현장업무 적용의 기반자료가 되는 것이 올바를 것이라 판단된다.

3.7 항공레이저측량 자료의 활용방안

항공레이저측량 자료의 정확도 측면의 우수성과

표 1. 실측자료별 비교자료

구 분	좌 표		검수점 높이H(m)	항공레이저측량		1/2,500수치지도		1/5,000수치지도		비고
	N(m)	E(m)		높이H(m)	잔 차	높이H(m)	잔 차	높이H(m)	잔 차	
측점1	142630.6833	150100.6045	3.51	3.10	0.41	5.10	1.59	측 정 불 가		
측점2	143011.151	150884.9176	3.28	3.17	0.11	5.50	2.22			
측점3	143919.1295	156629.1897	3.25	3.12	0.13	4.30	1.05			
측점4	146942.8952	159421.4815	2.94	2.88	0.06	3.50	0.56			
측점5	148771.9455	159500.1107	2.67	2.36	0.31	4.80	2.13			
측점6	152910.8451	159543.7265	5.58	5.31	0.27	8.20	2.62			
측점7	156863.3829	156618.2404	2.16	2.05	0.11	4.50	2.34			
측점8	159462.91111	157999.5033	3.00	2.91	0.09	4.30	1.30			
측점9	160254.2892	157529.9589	3.14	2.98	0.16	4.60	1.46			
측점10	161907.5247	157757.6125	6.66	6.35	0.31	8.00	1.34			
측점11	144698.4103	149093.49	8.81	8.68	0.13	10.00	1.19			
측점12	143105.3752	155956.0305	6.74	6.55	0.19	9.50	2.76			
측점13	147941.5923	158397.6758	8.21	8.01	0.20	11.00	2.79			
측점14	149855.7557	158743.4047	7.03	6.85	0.18	8.50	1.47			
측점15	151822.4634	158964.1911	8.83	8.66	0.17	12.00	3.17			
측점16	153443.167	158430.9331	9.16	9.01	0.15	13.00	3.84			
측점17	154843.1092	157325.4314	9.54	9.51	0.03	14.50	4.96			
측점18	155735.1329	156721.0316	9.91	9.56	0.35	12.30	2.39			
측점19	157413.5007	155644.5424	10.79	10.51	0.28	13.50	2.71			
측점20	158686.9776	157383.0103	6.72	6.53	0.19	9.10	2.38			
측점21	157856.7541	157971.6612	8.42	8.12	0.30	10.30	1.88			
측점22	163039.9757	157776.3349	11.40	11.26	0.14	13.10	1.70			
측점23	164071.191	161404.9913	13.84	13.75	0.09	14.00	0.16			
RMSE (m)			0.189			2.087		측정불가		

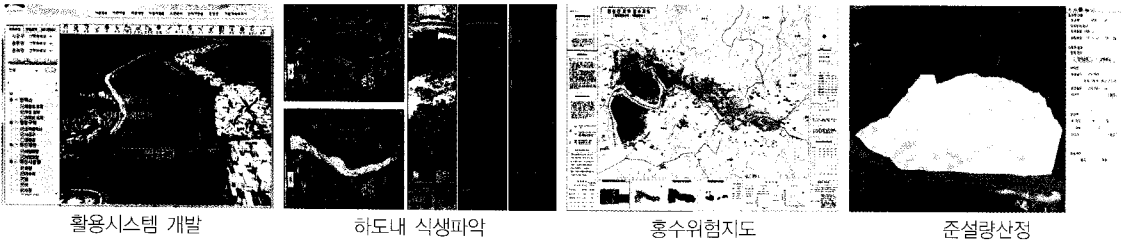


그림 8. 항공레이저측량 자료의 활용방안

더불어 하천분야의 활용분야는 다양할 것으로 사료된다. 영상을 중첩한 3차원 하천정보제공과 이를 통합 관리할 수 있는 시스템 개발, 홍수위험지도의 기반자료, 식생파악, 기존 측량 방식의 개선 및 비용절감의 효과까지 다양한 활용방안이 있으며 현재에도 지속적인 방안연구가 수행되고 있으며, 향후 하천분야 적용이 확대 될 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 공간정보기술을 이용한 하천 재해 예방의 기반이 되는 하천지형 인프라 구축 향상을 위한 연구로서 1/2,500 및 1/5,000 수치지도와 최신 측량 기술인 항공레이저측량을 기술을 이용하여 3차원 하천지형을 제작하여 각 자료별로 생성된 하천지형은 형상 및 수직정확도에 관한 비교·분석 작업을 제방, 인공지물, 제내지, 수심부를 대상으로 수행하였다. 수심부를 제외한 대부분의 지형을 형상을 표현하고 있는 항공레이저측량 방식이 가장 우수성을 확인할 수 있었으며, 다음으로 1/2,500수치지도와 1/5,000 수치지도 순으로 나타났다. 1/2,500의 경우 제내지,

제방에 대한 일부 형상을 나타내는데 그쳐 지형자료 제작시 참고자료로 활용이 가능할 것으로 사료되며, 1/5,000의 경우 대부분의 지형에 대한 형상을 표현하지 못하여 지형제작에는 적합하지 않을 것으로 판단되었다. 형상 판단 후 위치정확도에 대한 비교·분석을 수행하였으며, 그 결과 항공레이저측량 관측치가 $\pm 0.189\text{m}$ 로 가장 우수한 정확도를 나타냄을 알 수 있었으며, 다음으로 1/2,500 수치지도 관측치는 $\pm 2.087\text{m}$ 를 나타내었으며, 1/5,000의 경우 하천의 지형제작 자체가 어려운 상황으로 관측이 불가하였다. 결과적으로 최신 측량방식인 항공레이저측량이 형상 및 수직정확도 측면에서 우수함을 알 수 있었으며, 향후 보완 작업을 통해 실제 현장업무에 적용 가능할 것으로 사료된다.

향후, 본 대상지에 적용되지 못한 1/1,000 수치지도와의 비교 및 수심측량과 접목을 통한 수심부까지 고려한 하천 지형 생성방안을 모색하고자 하며, 중·횡단 측량 자료의 성과 비교 및 문제점 도출과 이를 대체 가능 여부를 판단하고자 한다. 이러한 항공레이저측량의 하천 분야에 대한 지속적 활용방안 연구가 필요할 것으로 사료되며, 활용 연구 결과의 하천적용이 하천 발전에 많은 도움이 될수 있기를 기대한다. ☺

참고문헌

1. 국토해양부(2004. 9), NGIS수치지형도를 이용한 홍수위험지도 제작
2. 국토해양부(2006. 6), LiDAR를 이용한 NGIS DB의 효율적 구축 및 수정·갱신 방안연구 보고서
3. 국토해양부 한강홍수통제소(2006. 12), 3차원 하천정보시스템 구축 연구 보고서
4. 조명희, 박현철 (2007), 고정밀 3차원 하천지형구현을 위한 DEM생성기법 연구, 한국지리정보학회
5. 일본측량협회 해저드맵 편집위원회(2009), 방재지도의 기초와 응용, 단행본