

하상변동조사 체계 수립 및 드론 활용에 관한 연구



김 창 성

한국수자원조사기술원
하천조사실 선임연구원
cscskim@hsc.re.kr



김 지 성

한국건설기술연구원
수자원·하천연구소 수석연구원
jisungk@kict.re.kr



이 정 훈

한국국토정보공사 국토정보본부
융복합사업부 팀장
ubqgis@lx.or.kr



이 상 훈

국토교통부
수자원정책국 하천계획과 시설사무관
sanghoon.lee@korea.kr

은 주로 강우의 유출로 인해 발생하고 하천지형의 변화는 강우의 유출과 더불어 인위적인 요인에 의해 변화한다. 자연 상태의 하천은 하천 스스로 평형상태를 유지하다가 인위적인 변화 요인이 발생할 경우 그에 대한 적응 반복을 통해 평형상태로 끊임없이 변한다. 하천 기능 확보를 위한 다양한 목적의 인위적인 하천 변화는 하천의 지형을 변화시키고 다시 안정화되기까지 또 다른 문제를 야기할 수 있기 때문에 매우 신중히 접근해야 한다. 따라서 하천의 물리환경 변화에 따른 반응이 하천기능에 미치는 영향을 정량적으로 파악할 수 있도록 지속적인 하천 지형변화에 대한 모니터링이 요구된다. 본 기사에서는 지면관계상 현재까지 수행된 연구 성과에 대해 주요 내용을 소개하고 드론경진대회 및 시범사업 수행 내용에 대해서만 소개하고자 한다. 향후 연구과제 종료 이전에 자세한 사항에 대해서는 공청회나 전문가 자문회의를 통해 기술적 보완을 계획하고 있으며 과제종료이후 학술지나 논문을 통해 다시 소개하는 자리를 마련할 예정이다.

1. 서론

하천은 흐름과 그것을 유하시키는 그릇인 하천 지형(하상과 하안)으로 이루어져 있다. 하천 흐름

2. 연구 배경 및 목적

우리나라의 경우 일부 하도구간에 대해 연구나 수공구조물 신설 등의 목적으로 일시적인 하상변

동조사를 수행한 사례가 대부분이다. 일례로 한강 하류부(행주대교~어로한계선)구간에 대해 2005년부터 2010년까지 모니터링을 수행하여 하류부 하천관리방안에 대해 제안한 사례가 대표적이다. 반면 실제 지속적인 하천 유지관리에 필요한 하천 지형자료는 매우 부족한 실정이다. 현재 사용 가능한 하천지형자료는 10년 주기 또는 그 이상으로 수행되고 있는 하천기본계획 측량자료가 대부분이며 이들 지형자료도 국가가 수립하는 하천 구간에 한정되어 있으며 지방하천의 경우 기본계획이 수립되더라도 자료 취득이 매우 어려운 실정이다. 하천 유지관리에 필요한 중·횡단면자료와 같은 하천지형자료는 하천의 특성과 변화양상, 중요도 등에 따라 연속적으로 측정되어야 하며 지속적인 자료의 생산, 관리도 요구된다. 하도변화량의 규모와 특성, 그리고 장래에 발생 가능한 하도변화와 더불어 하천기능에 미치는 영향을 파악하여야만 하천의 합리적이고 효율적인 유지관리가 가능할 것이다. 하상변동조사와 관련하여 그간 법적 근거 없이 연구목적이나 상술한 바와 같은 특정 구간에 대한 조사가 이루어져왔으나 16년 하천법 개정(제21조의2)을 통해 하상변동조사의 실시에 대한 근거가, 17년 하천법 시행령(제17조의2) 개

정, 시행으로 하상변동조사의 방법, 실시주기, 시기에 대한 법적 근거가 수립되어 정기적인 조사가 가능하게 되었다. 법의 본격시행에 앞서 전국단위의 하상변동조사 및 하천측량에 대한 체계적인 수행에 관한 기본계획 수립이 요구되며 본 연구에서는 기본계획 수립 외에 하천관리청에서 활용할 수 있는 기준(지침, 표준수행절차, 대가기준)에 대해서도 다루고 있다.

2.1 주요 연구 내용

아래의 표 1은 본 연구에서 다루지는 주요 연구 내용이다. 우선 측량은 하상변동조사에서 필수 불가결인 측정분야로 최신의 계측장비를 활용하여 저비용, 고효율을 기하기 위해 드론(초소형무인항공기)을 활용한 육상 지형측량분야를 대체할 수 있는지에 대한 기술적 검토와 이에 대한 표준수행절차를 제시하는 것이 연구의 한 분야이다. 또한 드론 외에 수심측량을 위한 무인선박과 다중음향측심기 등에 대한 기술적 검토도 포함되어 있다. 두 번째로 하상변동조사에서 국내에서는 그간 중요도에 비해 다루어지지 않았던 하상토, 유사량에 대한 표준화된 조사기준을 제시하고 이를 전국단

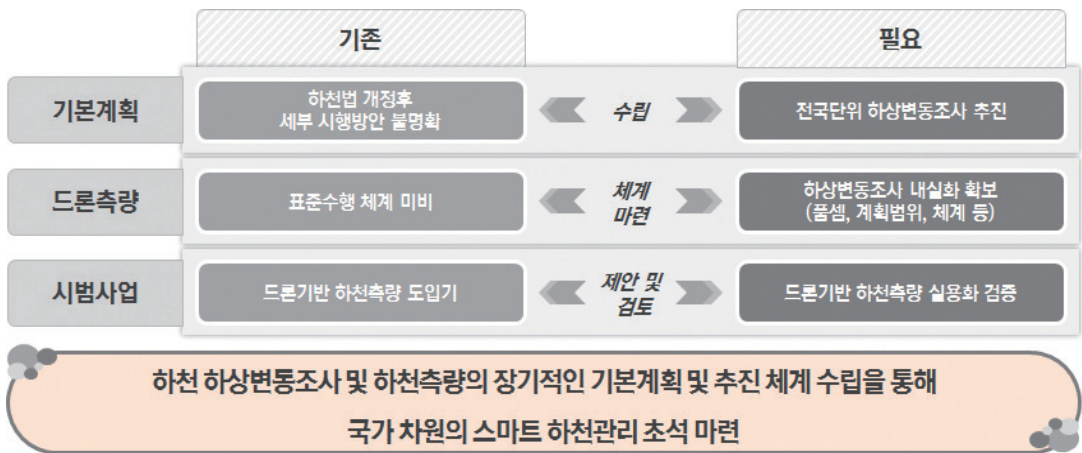


그림 1. 연구 방법 및 목적

표 1. 주요 연구내용

구분	내용적 범위
1. 드론기반 하상변동조사 및 하천측량 현황 조사·분석	<ul style="list-style-type: none"> • 하상변동조사·하천측량 국내외 사례 및 기술수준 조사 • 타 분야 드론 등 신기술 활용 사례 조사 및 시사점 도출
2. 하상변동조사·하천측량 시행방안 마련	<ul style="list-style-type: none"> • 하상변동조사의 방법, 실시시기 및 주기, 자료의 처리 및 활용, 종사자에 대한 교육 및 훈련 등 시행방안 수립 • 하상변동조사 성과 활용도 제고 방안 수립
3. 드론기반 하상변동조사·하천측량 체계 마련	<ul style="list-style-type: none"> • 기본방향 설정 • 드론기반 하상변동조사·하천측량 표준수행절차 마련 • 드론기반 하상변동조사·하천측량 품셈(대가기준) 마련 • “제2회 하천측량·하상변동조사 드론경진 대회” 추진 • 기준에 따른 하상변동조사·하천측량 분석방법 및 경제성 분석
4. 하상변동조사 시범사업 계획 수립·결과 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 하상변동조사·하천측량 시범사업 세부계획 수립 • 하상변동조사·하천측량 시범사업 구간 검토 및 결과분석
5. 전국단위 하상변동조사·하천측량 기본계획(안) 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 전국단위 하상변동조사·하천측량 단계별 기본계획 수립 • 전국단위 추진 우선순위 및 예산(안) 수립 • 하상변동조사의 방법, 실시시기·주기, 자료의 처리·활용 등에 관한 고시(안) 작성

위로 확대할 수 있는 기본계획을 제안함으로 향후 국가 하천관리의 초석을 마련하고 한다. 추가적으로 드론활용 경진대회 및 시범사업을 시행함으로써 기술 홍보 및 개발기술의 완성도를 제고하고자 한다.

3. 제2회 하천측량 및 하상변동조사 드론 경진대회

3.1 대회 계획

세계적으로 드론서비스 시장은 16년 기준으로 56.2억불이며 2025년 239.2억불로 예상되고, 1차 드론경진대회(‘16.10.10~11.2)를 통해 하천분야 드론 활용가능성에 대해 검토한 바 있다. 특히 하천분야에서는 드론을 활용한 측량 외에 시설물 모니터링, 재해모니터링, 안전점검, 수질(환경

감시 등 다양한 분야에 이미 적극적으로 활용되고 있다. 또한 국내 항공측량업계가 주도하고 있던 측량분야에 드론 측량시장이 형성단계에 있어 중소 전문업체의 참여를 통해 하천 측량분야 인력양성 및 기술축진에 대한 동기의 장 마련이 필요하여 드론경진대회를 계획하였다. 대회 진행은 단독 및 컨소시엄(3개기관 이하)로 제한하였으며 장소는 한강 광나루 공원인근에서 시행하였다. 본 시범사업에서 수행한 하상변동조사는 크게 3개 부분으로 나뉘어 진행하였다. 우선 초음파음향측심기(Eco-Sounder)를 이용하여 하천 제외지 수심부를 종횡단 측량을 수행하는 부분과 드론을 활용하여 제내지 일부를 포함한 하천구역의 지형측량을 수행하는 분야이다. 마지막으로 사용장비 및 운영 처리 기술의 우수성을 평가하는 시스템 분야로 구성되었다. 아래의 그림 2는 드론경진대회에서 촬영한 과정별 현장사진이다.



가. 인원확인 및 현장설명



나. 육상측량(회전익)



다. 수심측량(무인선)



라. 중간산출물 제출

그림 2. 드론경진대회 주요 현장사진

3.2 대회 결과

드론 경진대회를 수행한 현장성과를 바탕으로 내업기간(3일)이후 제출한 측량성과와 소요시간 등을 종합적으로 판단하여 성과의 정확성, 완전성을 평가하였다. 심사결과 평면 0.1m, 높이 0.3m

오차 이내로 1:1,000 수치지도 제작의 정확도를 충분히 만족하는 성과가 제출되었으며 시스템분야에서는 드론 기체 및 운영에 필요한 부품 대부분이 국산화되었음을 확인할 수 있었다. 최종 심사 결과 측량분야 3개 업체, 시스템 분야 1개 업체가 아래의 표 2와 같이 수상하였다.

표 2. 분야별 수상업체

구분	업체명	비고
측량	(주)충청에스엔지 청우기술(주) 유콘시스템(주)	국토교통부장관 상장 부여 '17년 하상변동조사 시범사업 참여시 우대
	(주)고산자 (주)삼미측량기술단	'17년 하상변동조사 시범사업 참여시 우대
	(주)공간정보 (주)해양정보기술 (주)지오스토리	'17년 하상변동조사 시범사업 참여시 우대
시스템	유콘시스템(주)	국토교통부장관 상장 부여

4. 하상변동조사 시범사업

4.1 개요

하상변동조사의 시범사업은 본 연구에서 수행개발하고 있는 드론활용 하천측량방법의 표준화 및 하상변동조사 수행절차에 대한 효율성을 제고하기 위해 계획하였다. 또한 연측량에서 많이 활용되고 있는 멀티빔측심기(MBES)를 활용하여 먼단위 하천수심자료의 생산 가능성 및 활용도에 대해서도 검토할 예정이다.

4.2 대상 구간의 검토

한강 등 33개 국가하천의 43개소 504.2km를 대상구간으로 선정하였으며 선정기준은 댐 직하류, 다기능보 상하류, 지류 합류부, 취수시설물 설치 구간 등 퇴적·세굴 빈번 발생 구간(본류 362.6 km, 지류 141.6km)을 대상으로 검토하였다. 하상변동조사 기본계획 선정 이외 구간은 하천기본계획 수립 시 병행하여 시행(령 §17조의2)하는 것으로 계획을 수립하였으며 검토내용은 아래와 같다.

① (지류합류부) 5대강 본류로 합류하는 1차 지류

로 유역면적 50km² 이상이며 설계빈도가 100년 이상인 구간 54개소 (한강 23, 낙동강 19, 금강 4, 영산강 5, 섬진강 3개소)

② (댐 및 하구둑) 5대강 본류에 위치한 댐 15개소 (한강 3, 낙동강 5, 금강 1, 영산강 4, 섬진강 2개소) 및 하구둑 3개소(낙동강, 금강, 영산강)

③ (다기능 보 및 취입 보) 다기능 보 16개소(한강 3, 낙동강 8, 금강 3, 영산강 2개소) 및 취입 보 28개소(낙동강 3, 영산강 23, 섬진강 2개소)

④ (취수시설) 5대강 본류에 위치한 주요 취수시설로 시설용량 100,000m³/일 이상인 구간 22개소(한강 2, 낙동강 16, 금강 3, 섬진강 1개소)

끝으로 5개 지방청 하천운영(계획)과 담당자 면담을 통해 수요조사를 수행하였으며 최종 대상구간은 아래의 표3과 같다.

4.3 향후 계획

시범사업을 통해 현재 개발중인 표준수행절차와 품셈의 현장 적용성 검토와 활용도를 검증하고 연구의 완성도를 제고할 예정이며 특히 그간 필요성은 충분히 공감하지만 예산상의 문제로 시행하지 못했던 유사량의 계측 및 자료관리의 중요성을

표 3. 시범사업 대상구간

구분	세부위치	연장(km)		사업비	시행청	비고
		본류	지류			
한강	행주대교~전류/하구	18.0	-	194.0	서울청	한강본류는 원주청 시행
	청미천(한강 합류전)	-	5.0	54.4		
	본류와 섬강/합류부	10.8	11.3	238.0	원주청	
낙동강	황강(낙동강 합류전)	-	8.0	86.6	부산청	
	남강(낙동강 합류전)	-	14.0	151.1		
금강	본류와 미호천/합류부	10.0	17.3	293.9	대전청	
영산강	본류와 지석천/합류부	4.6	23.5	302.5	익산청	

부각시켜 국가하천관리에 이를 적극 반영하는 방향으로 연구를 제안하고자 한다. 향후 본 연구과제가 종료 전에 자세한 사항에 대해서는 공청회나 전문가 자문회의를 통해 기술적 보완을 계획하고 있으며 과제종료이후 학술지나 논문을 통해 다시 소개하는 자리를 마련할 예정이다.

5. 맺음말

현재 우리나라의 하천관리는 10년을 주기로 수립되는 기본계획을 기초로 관리해왔으나 급격한 기후변화와 대규모 하천정비 이후의 유지관리의 필요성이 점차 중요한 이슈로 부각되고 있다. 하상

변동조사는 하천의 현황을 파악하는데 중요한 기초자료이며 이에 대한 기술적 표준화 및 자료활용에 대해서는 충분한 연구가 요구된다. 본 연구를 통해 그동안 자료의 중요성에 비해 소홀히 다뤄왔던 하상의 변화, 유사 및 하상재료의 측정에 대한 기본계획과 수행방법을 제시함으로써 국가하천관리 및 계획에 중요한 축이 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 기사는 국토교통부의 지원으로 수행되었으며 연구지원에 감사드립니다.