

# 토석류 발생 피해지에 대한 분석방안\*

전병희, 장창덕, 전계원\*\*

토석류 재해가 발생한 지역에 대한 연구를 진행함에 있어 어려움 중의 하나는 연구자가 토석류 피해지역에서 연구를 수행하기 위한 충분한 시간을 확보하기 전 이미 복구활동이 시작되어 토석류 특성을 파악하기 위한 피해 현장의 보존이 어렵다는 것이다. 또한 경제적이고 효율적으로 토석류 현상을 재현하는 것과 재해지도(Hazard Map)의 제작을 위한 피해범위 예측에 사용될 토석류 해석모형에 대한 적절한 평가와 적용에 대한 연구의 진행은 미흡한 실정에 있다. 따라서 본 연구에서는 집중호우에 의해 유발된 토석류 발생지역에 대해 최근 항공 LiDAR와 더불어 활용도가 높아지고 있는 지상 LiDAR를 이용하여 피해지역을 보존 및 분석하는 방안을 검토해보고 토석류의 흐름과 유출에 대해 토석류 수치해석프로그램인 Kanako 2D를 적용하여 피해지역을 해석하였다. 연구결과 지상 LiDAR를 이용한 토석류 피해지의 조사는 피해지역에 대해 정도 높은 3차원 가상공간을 생성함으로써 후속 연구에 대한 유용한 기초자료로 활용가치가 높음을 알 수 있었다. 또한 Kanako 2D프로그램을 이용한 간단한 방법으로 토석류 모의를 수행할 수 있어 토석류발생 위험지역에 대한 예측에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어:** 토석류 재해, 수치모형, LiDAR, 집중호우, Kanako 2D

## I. 서론

### 1. 토석류

토석류(debris flow)란 산지사면이나 계곡 등에서 진흙과 돌덩어리 등을 포함하는 토석 그 자체 또는 토석과 물의 일체가 유체의 상으로 흘러내리는 흐름을 나타내는 현상(수충부 및 토석류 용어해설집, 2010)으로 그 발생시점과 발생위치를 예측하기가 어렵고 흐름의 이동경로와 퇴적지점에 있는 경작지, 시설물 및 인명에 매우 큰 피해를 입히는 자연재해이다. <그림 1>은 토석류 흐름의 모식도를 나타낸 것이다. 토석류 앞부분은 입경이 매우 큰 거석을 포함하는 선단부가 존재하고 뒤를 이어 발달한 토석류의 본체가 슬러리형태를 띠며 흐르게 되며 서서히 유동심이 낮아지며 고농도류 형태의 흐름을

\* 이 논문은 국토해양부 지역기술혁신사업의 연구비지원(과제번호#08지역기술혁신 B01-01)으로 연구되었음.

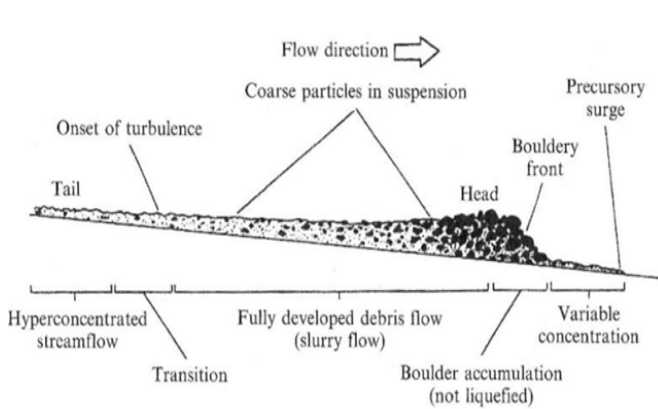
\*\* 교신저자

보이게 된다. 이러한 토석류는 집중호우로 인한 사면파괴, 산지계류에서의 급류에 의한 하상의 침식 등 다양한 유발요인에 기인하여 발생하며, 피해의 저감과 예측을 위해서는 발생지역의 지형, 지질, 강우유출특성 등의 체계적인 연구가 필요하다(전계원 등, 2010).

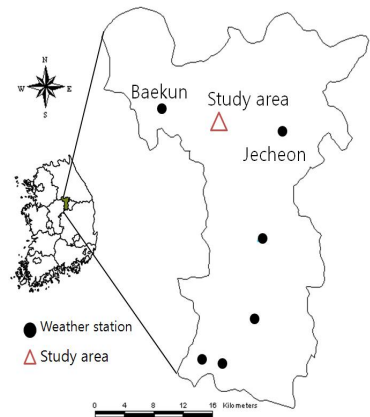
지금까지 국내에서의 토석류는 사면재해의 일부로 구분되어 뚜렷한 연구의 진행이 보이지 않다가 최근 기후변화와 더불어 2002년 태풍루사, 2003년 태풍매미 그리고 2006년 강원도 지역의 집중호우 등으로 인한 많은 인명과 재산피해를 준 토석류재해 발생사례의 증가로 인해 주목을 받기 시작하였다. 토석류 연구는 주로 발생을 예측하기 위한 회귀모형의 이용(채병곤 등, 2004), 사면재해에 대한 현장조사를 통한 피해현황조사와 복구대책(유병욱 등, 2006; 이철주 등, 2009)에 관해 이루어지다가 최근 들어 토석류 모형실험(김기환 등, 2008), 현장모니터링(김용균 등, 2008), 시뮬레이션을 통한 토석류 산사태의 재현(서용석 등, 2008) 및 항공사진이나 항공 LiDAR를 이용한 피해지 조사나 붕괴토사량 추정(윤호중, 2008; 이창우 등, 2009) 등의 다양한 분야에서 연구가 시작되고 있다. 하지만 국내 토석류 자료는 과거 축적된 산사태자료에서 명확히 구분하기 어렵고, 특히 하상에 쌓인 퇴적물의 침식으로 인해 발달하는 토석류에 대한 자료는 토석류 연구를 수행하기에 매우 부족한 실정이다.

## 2. 연구지역

연구 대상 지역인 충북 제천시 봉양읍 공전리 일대에 발생한 토석류는 2009년 7월 9일 부터 14일 까지 누적강우 455mm, 최대 시강우량 64mm/hr로 제천시 일대를 지나간 집중호우로 인해 발생하였다. 제천시 합동조사반의 피해조사에 따르면 제천일대에 발생한 강우로인해 19일까지 주택침수 36동, 농경지침수 및 매몰 31.9ha, 산림피해 13개소 18.29ha, 임도 5개소 3.3km이며 도로 8개소, 하천피해 35개소 등으로 집계되었고 피해현장에는 중장비 361대와 인력 355명이 투입되었으며 피해액이 6억 3천 만원으로 집계되었다. <그림 2>는 연구지역의 위치를 나타내고 있다.



<그림 1> 토석류 흐름 모식도(Pierson; 1986)



<그림 2> 충북 제천 연구대상지역

연구지역은 충북 제천의 북방향에 위치하며 북동-남서 방향의 능선이 발달해 있고 주계곡은 동-서 방향으로 형성되어 있다. 총 유역면적은 1.22km<sup>2</sup>이고 최고고도 680m, 평균고도 464m 및 평균경사 22도이다. 산지를 제외한 토석류 발생지역의 평균경사는 약 12도로 완만한 경사를 가진다.

이 지역의 토석류 발생현장을 <그림 3>에서 상류(a), 중류(b, c), 하류(d)로 구분하여 나타내었다. <그림 3>(a)의 수로 아래에서부터 연구지역으로 설정하였으며, 상류에서 유입된 토석으로 인해 이미 일부 퇴적된 모습을 보여준다. <그림 3>(b)는 호우로 인해 발생한 흐름으로 인해 수로형태의 깊은 침식이 발생했음을 확인 할 수 있다. <그림 3>(c)는 중간지점으로 측면부 사면의 위험구간을 나타낸다. 하류지역인 퇴적지역은 <그림 3>(d)에서 나타나듯이 토석이 수로를 가득 메우고 있고 토석류가 수로를 월류하여 주택지역을 침범한 모습을 확인 할 수 있다. 피해지역의 사진에서 알 수 있듯이 이 지역에는 사방댐 등의 인공 하천구조물이 존재하지 않고 토석류 발생 후에도 피해복구 작업이 진행되지 않은 점과 추후 집중호우 등 강한 강우로 인한 토석류의 발생 가능성이 높은 장점이 존재하여 연구지역으로 선정하였다.



(a)



(b)



(c)



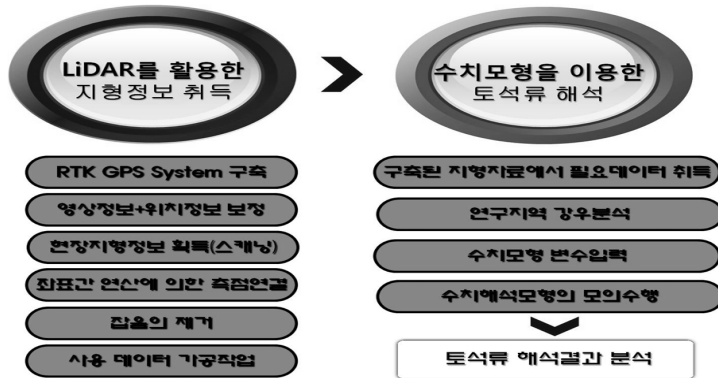
(d)

<그림 3> 연구지역 상중하류 전경

## II. 본론

토석류 발생지역을 해석하기 위해 지상 LiDAR를 활용하고 토석류 수치해석을 위해 Kanako 2D 프로그램을 이용하였다. <그림 4>는 토석류 피해지역을 연구하는 방법에 대한 순서를 나타낸 도표이다.

지상 LiDAR를 이용하여 지형정보를 취득하기 위해 먼저 네트워크 RTK GPS System을 구축하고 스캐닝장치와 RGB값 취득장치(고성능 카메라) 등의 데이터를 동일하게 일치시키는 보정작업을 실시하였다. 이어 스캐닝한 정보를 가공하여 재해지역에 대한 3차원의 가상공간을 형성하였다. 구축된 3차원 공간상에서 필요한 데이터를 취득하고 연구지역의 강우를 분석하여 토석류 해석 프로그램인 Kanako 2D를 이용해 모의를 수행하여 토석류의 흐름을 모의하여 분석하였다.



<그림 4> 토석류 피해지역 연구방법

### 1. LiDAR를 활용한 지형정보 취득

고성능 디지털카메라를 통한 RGB자료와 네트워크 RTK인 VRS 서비스를 이용한 절대좌표의 획득 및 광대역 지상 LiDAR를 이용한 토석류 현장측량자료를 이용하여 토석류 현장에 대한 3차원 공간을 생성하고 이를 가공 분석하는 방법으로 토석류 현장에 대한 조사를 하였다. 지상 LiDAR 장비는 RIEGL사의 LMS-Z210ii로 반사율 80%기준에서 최대 측정거리 650m, 수직 0°~80°, 수평 0°~360° 범위로 15mm의 오차수준으로 포인트를 획득할 수 있으며, 카메라와 GPS를 장착하면 측정 포인트의 RGB값 및 측정지점의 절대좌표를 획득할 수 있다. GPS는 HUACE사의 X90 2주파 RTK(Real Time Kinematic)가능 장비로 국토지리정보원에서 구축한 VRS(Virtual Reference System) RTK시스템을 이용하면 수평방향 ±10mm+1ppm, 수직방향 ±20mm+1ppm의 정확도로 위치정보를 획득할 수 있다.

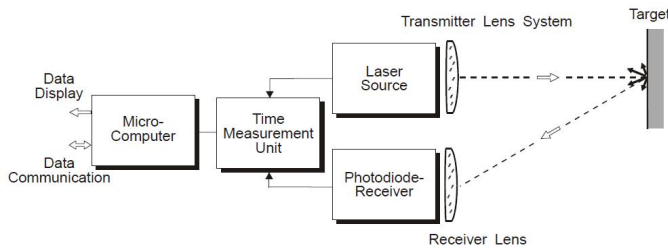
<그림 5>는 VRS(Virtual Reference System) RTK시스템을 나타낸 모식도이다. VRS서비스는 연구 지역의 주변에 있는 기준국에서 자료를 수신하여 연구지역 인근에 가상기준점을 생성하고 이 기준점을 이용하여 연구지역에서의 측량좌표를 획득하는 방법으로 기준국과 거리가 멀어지면서 발생하는 오

차량을 줄일 수 있는 방법이다. 국내에서는 국토지리정보원에서 2007년도부터 서비스를 제공 중에 있으며 GPS장비와 이동전화의 데이터서비스의 결합으로 활용이 가능하다.

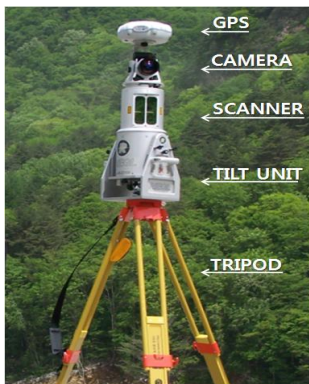


<그림 5> VRS(Virtual Reference System) RTK시스템

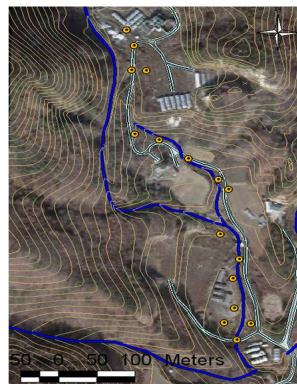
레이저를 이용한 지형·지물의 측정은 측정 대상에 레이저를 쏘아 표면에서 반사되어 되돌아오는 레이저광을 광센서(light-detecting sensor)를 이용하여 감지, 분석하는 방법으로 이루어지며 장치는 송신부(transmitter), 수신부(receiver), 처리부(processor)로 구성된다. <그림 6>은 TOF 방법에 대한 모식도를 나타낸 것이다. Time-Of-Flight(TOF) 또는 Ranging으로 불리는 레이저스캔방법은 레이저 빔을 보내는 레이저 다이오드에서 나온 빛이 대상의 표면에 부딪혀 일부는 주변으로 퍼지게 되고 나머지는 수신부로 되돌아오게 되는데 이 때 돌아온 빛의 왕복시간과 각도를 계산하여 측정하는 방법이다.



<그림 6> TOF 방법에 의한 측정방법

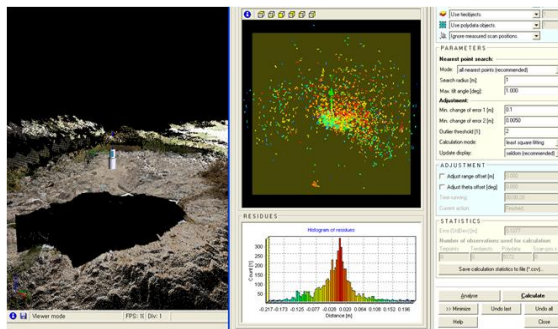


<그림 7> 지상 LIDAR 장비

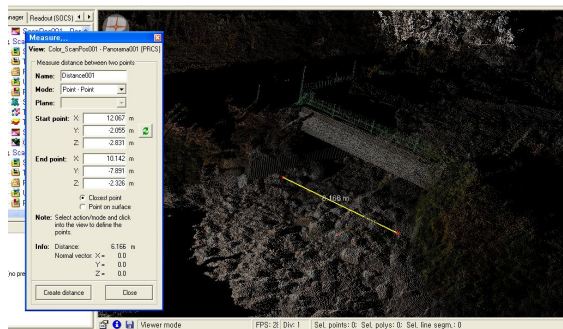


<그림 8> 연구지역 항공영상 및 측정

<그림 7>은 지형조사에 사용된 스캐닝장비를 나타낸 것이다. 위치정보 수신을 위한 GPS장비가 최상단에 장착되고 그 아래에 RGB정보를 받아들이기 위한 카메라장치가 위치하게 된다. LiDAR 장비는 별도의 노트북과 통신장비(블루투스통신이 가능한 통신단말기)가 연결되어 데이터의 수신과 저장 및 처리를 하게 된다. 본 연구지역에서는 하천을 따라 총 16지점의 측정점에서 데이터를 획득하였으며 <그림 8>에서 황색점으로 측정점을 표시하였다. 획득한 16측점에서의 데이터는 측정점간의 상대위치를 이용하여 중복 스캔 지점간의 연산을 통해 각 측정점의 좌표계를 허용오차 내에서 고정한다. 이 작업을 통해 모든 측정점에서 취득된 각각의 자료들은 절대좌표계를 가지게 되며 결합된 자료에서 수목, 구조물 등의 잡음을 제거하여 토석류 발생지역에 대한 3차원 공간자료를 구축한다. 토석류 발생지역에 대한 3차원 공간이 구축되면 토석류 재해지가 보존되어 추후 변화에 따른 변화량의 분석이 용이하게 되며, 하폭과 높이 거리 등 현장방문 시 측정하는 측정치를 프로그램상에서 측정도구를 이용하여 즉시 구할 수 있는 장점을 가진다.



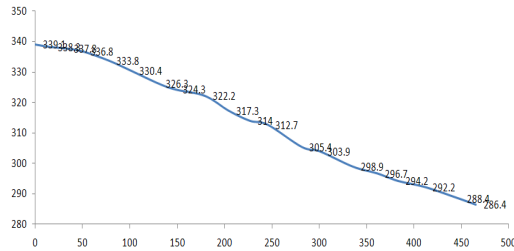
<그림 9> 스캐닝자료의 연산을 통한



<그림 10> LIDAR 자료를 이용한 지형조사

<그림 9>는 스캐닝자료에 대한 연산을 하는 과정을 나타내며 <그림 10>은 구축된 3차원 공간의 토석류 현장에서 교량 하단 부분의 폭을 측정하는 것을 나타낸 것이다. 황색실선이 하폭을 측정하기

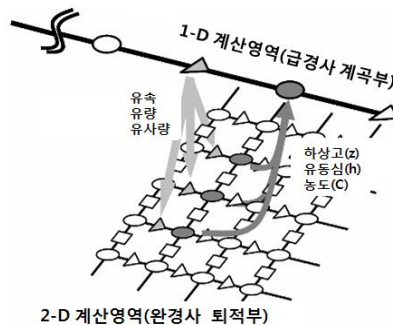
위한 측정자를 나타낸다. 그림의 좌측 대화창을 확인하면 약 6.2m의 폭임을 확인 할 수 있으며 각각의 점자료가 RGB값을 가지고 있어 토석류 현장을 파악하기 위한 가시성이 높음을 알 수 있다. 3차원 공간상에서 획득한 토석류 발생구간의 하상형상은 <그림 11>과 같다. 총 수로길이는 460m이고 평균 폭 5.7m의 하폭을 형성하고 있는 것으로 조사되었다.



<그림 11> 토석류 발생구간의 하상고도

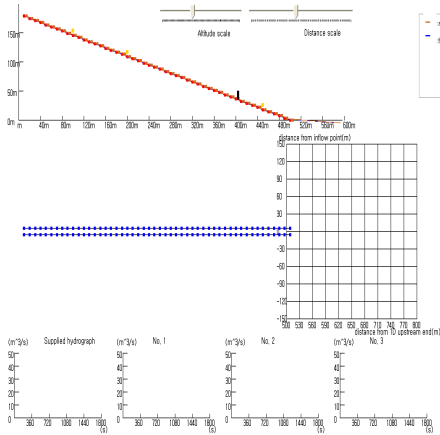
## 2. 수치모형을 이용한 토석류 해석

연구지역에서 발생한 토석류의 흐름 및 토석류 특성을 재현하기 위해 일본에서 개발된 토석류 해석 프로그램인 Kanako 2D를 이용하여 수치모의 하였다. Kanako 2D는 급경사의 계곡에서는 1차원으로 해석하고 완경사의 퇴적부에서는 2차원으로 토석류의 유동을 해석하는 Wada et al.(2008)의 통합모형을 적용하였으며 지배방정식으로는 Takahashi & Nakagawa(1991)가 제시한 연속방정식, 운동량방정식, 침식/퇴적속도식, 하상변화식, 하상전단응력식을 사용하였다. 또한 Kanako 2D는 폐쇄형(Closed Type)과 개방형(Slit Type)의 사방댐의 위치와 갯 수 및 크기를 사용자요구에 따라 설치하여 모의를 할 수 있는 장점을 가지고 있어 사방시설 설치 시 그 효과에 대한 모의수행이 가능하다. 아래의 <그림 12>는 급경사 계곡에서의 1차원해석과 완경사 퇴적부에서의 2차원 해석의 결합방식과 1차원 해석 시 사방댐 인근에서의 변수배열 방식에 대해 나타낸 것이다.

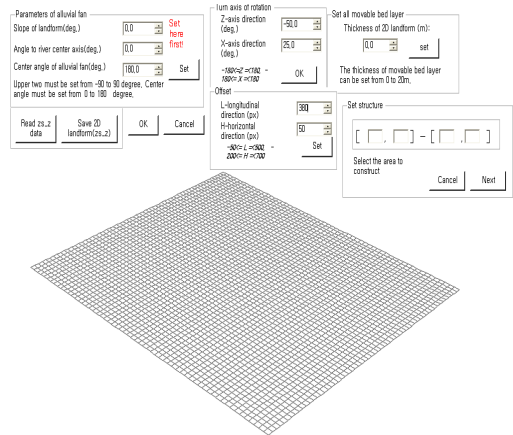


<그림 12> 1D-2D 결합모델 개념도(Nakatani, T. 2008)

<그림 13>과 <그림 14>는 Kanako 2D의 입출력 화면과 확산부인 2차원구간의 화면을 나타낸 것이다. 1차원 해석구간에서는 하상고와 침식이 가능한 하상두께, 하폭 등을 입력하고 관심지점에 대한 수문곡선을 획득할 수 있는 모니터링지점을 선정하여 모의수행 시 실시간으로 수문곡선을 확인할 수 있다. 2차원 확산구간에서는 가로, 세로 60개의 1m간격의 격자를 구성하고 3차원 모형을 활용하여 획득한 표고자료를 이용하여 지형을 생성하고 1차원 모형과 함께 수치모형을 수행할 수 있다.



<그림 13> 기본 입출력 화면



<그림 14> 2차원 확산구간 화면

본 연구에서는 전반적인 지형에 관해서는 수치지도를 이용하였고, 수치지도를 통해 획득하기 어려운 계곡부의 정밀한 지형은 현장조사자료와 기 구축한 3차원 공간에서 하상고와 폭 및 확산구간에서의 표고 등을 획득하여 프로그램의 입력자료로 활용하였다. 수로는 수로상의 침식이 가능한 하상두께를 현장조사자료를 토대로 3m로 가정하여 설정하고 하상재료의 단위질량 2.65kg/m<sup>3</sup>, 평균입경 6cm로 가정하였다.

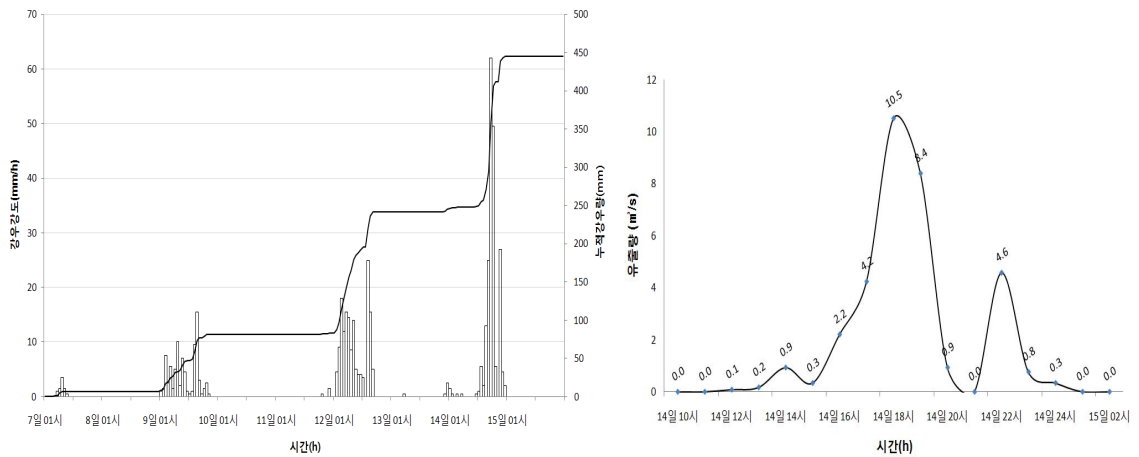
연구지역의 유역면적은 1.22km<sup>2</sup>의 소유역으로 인근에 6곳의 기상관측소가 분포해 있다. 유출량의 산정은 토석류의 발생지점이 최대유량 발생 시 시작되었다고 가정하고 1:5000 수치지도를 이용하여 소유역의 생성과 유로를 분석한 후 아래의 식(1)인 합리식(Lloyd-Davies; 1906)을 이용하여 유량을 계산하였다. 계산된 최대유량은 10.8m<sup>3</sup>/s 이며 모의 시 60분간 공급하였다.

$$Q = 0.2778CIA \quad (1)$$

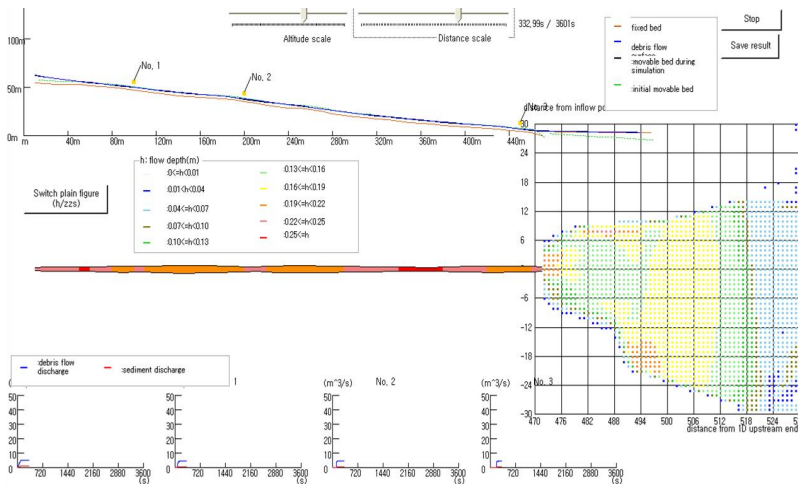
여기서,  $Q$ 는 유량,  $C$ 는 유출계수,  $I$ 는 강우강도,  $A$ 는 유역면적이다. 본 연구에서는 Schwab(1971)가 제시한 산지유역의 10-30%경사에서의 유출계수 0.5를 사용하였다.

<그림 15>는 2009년 7월 7일부터 15일 까지 있었던 강우사상에 대해 연구지역의 인근의 백운관측

소에서 관측한 시강우와 누적강우 그리고 토석류가 발생한 14일의 강우사상에 대한 유출량을 나타낸 것이다. 체천지역의 연평균 강우량은 1315mm로 7월에 약 25% 8월에 약 20%의 강우가 집중되어 7-8월에 연강우량의 절반가량이 집중된다. 백운관측소에서 관측한 7월 7일부터 15일 까지 약 일주일간의 누적강우량 455mm는 체천지역 연강우량의 약 34%에 해당하는 강우량으로 매우 강한 집중호우가 발생하였다. 재해발생지역은 사전에 발생한 9일(83mm), 12일(160mm)의 강우로 인해 토양이 포화상태에 도달하고 연이어 14일부터 발생한 최대 강우강도 64mm/h의 집중호우(204mm)로 인해 증가한 유량에 의해 계곡부의 하상과 좌우측면이 침식 및 붕괴하여 토석류가 발생하였다.



<그림 15> 연구지역 시강우/누적강우 및 유출량(백운관측소)



<그림 16> Karako 2D 계산결과

<그림 16>은 토석류 흐름 해석중의 모습으로 토석류 모의 시작 약 330초 경과한 시각에서의 모습이다. 1차원 해석구간에서 주황색 실선의 고정하상과 토층두께를 반영한 녹색 파선의 초기하상(토층두께)이 강우로 인한 유량의 유입으로 인해 청색 실선의 유동심이 형성된 모습을 확인 할 수 있고, 1차원 유로상과 2차원 확산구간에서의 격자상에서 토석류 흐름을 유동심형태로 나타내었다. 또한 각 관측점에서의 유량(m<sup>3</sup>/s)과 유사량(m<sup>3</sup>/s)을 수문그래프로 실시간 확인할 수 있음을 알 수 있다.

### III. 결론

본 연구에서는 집중호우로 발생된 토석류로 인한 피해지역을 분석하기 위한 방법으로 지상 LiDAR 장비를 활용하여 3차원 지형자료를 구축하고 이를 이용하여 토석류 해석프로그램인 Kanako 2D로 모의하여 연구를 수행하였다.

토석류 피해지에 대한 3차원 지형정보를 지상 LiDAR 장비를 이용하여 구축하였다. 구축한 3차원 지형정보는 토석류 피해지역의 복구활동 및 시간경과에 따른 재해현장의 환경변화에 지장을 받지 않고 기 습득한 지형자료를 활용한 다양한 연구활동이 가능하다는 장점을 가지고 있어 재해현장의 보존 및 연구에 활용성이 클 것으로 기대된다.

연구지역에 발생한 토석류를 재연하고 추후 발생할 수 있는 토석류를 예측해보고자 토석류 해석프로그램인 Kanako 2D를 이용하였다. 토석류 발생현장에 대한 수치모의를 수행한 결과 LiDAR 측정자료에 의한 토석류 확산범위와 유사한 형태를 나타내었다. 본 연구는 국내에서 토석류 해석모형을 이용한 피해지분석 사례가 거의 없는 실정에서 지상 LiDAR장비와 Kanako 2D 프로그램을 연계한 토석류 연구는 추후 토석류의 피해지역을 예측하고 피해대책을 세울 수 있는 하나의 방법이 될 수 있음을 시사한다.

### 참고문헌

- 김기환·이동혁·김대희·이승호. 2008. 토석류 흐름 상태 특성 파악을 위한 모형실험 연구. 한국지반환경 공학회. 9(5): 83-89.
- 김용균·안대영·강대우·한병원. 2008. 유비쿼터스 기반 토석류 산사태 모니터링 시스템 개발에 관한 연구. 한국지질공학회. 18(4): 511-522.
- 박상덕·윤찬영·백중철. 2010. 수충부 및 토석류 용어해설집, 수충부 및 토석류 방재기술 연구단
- 서용석·김성권·채병곤. 2008. 토석류 산사태 시뮬레이션 연구. 2008년도 가을학술발표회 논문집. 한국 지질공학회. 209-215.

- 유병욱·송평현·정찬규. 2006. 2006 강원 인제, 양양, 평창지역 토석류 발생사례분석. 2006년도 가을학술 발표회 논문집. 한국지질공학회. 615-625.
- 윤호중. 2008. 항공 LiDAR를 이용한 산지토사재해 붕괴토사량 추정. 산림과학정보. 203: 4-5.
- 이창우·우충식. 2009. 항공사진 및 LiDAR 자료와 GIS기법을 이용한 산지토사재해 조사. 월간산림. 522: 92-95.
- 이철주·유남재. 2009. 2006년 강원도 인제지역의 토석류 산사태 수해 및 복구에 관한 연구. 한국방재학회. 9(1): 99-105.
- 전계원·전병희·안광국·장창덕·김남균. 2010. 지상 LiDAR를 이용한 토석류 발생량 산정에 관한 기초연구. 한국지반환경공학회. 11(3): 63-18.
- 정두영. 1999. 산사태나 토석류 등 재해에 대한 예측과 대책. 한국지반공학회. 15(10): 16-26.
- 채병곤·김원영·조용찬·김경수·이춘오·최영섭. 2004. 토석류 산사태 예측을 위한 로지스틱 회귀모형 개발. 대한지질공학회. 14(2): 211-222.
- Lloyd-Davies. 1906. D.E. Lloyd-Davies, The Elimination of Stormwater from Sewerage Systems. *P. I. Civil Eng.* 164: 41 - 67.
- Pierson, T. C. 1986. Flow Behavior of Channelized Debris Flows. Mount St. Helens. Washington. *In A. D. Abrahams (ed). Hillslope Processes: 269-296.*
- Nakatani, K., Wada, T., Satofuka, Y., Mizuyama, T. 2008. Development of "Kanako 2D (Ver.2.00)," a User-Friendly One-and Two-Dimensional Debris flow Simulator Equipped with a Graphical user Interface. *International Journal of Erosion Control Engineering.* 1(2): 62-72
- Takahashi, T., Nakagawa, H. 1991. Prediction of Stony Debris flow Induced by Severe Rainfall. *Journal of the Japan Society of Erosion Control Engineering.* 44(3): 12-19

---

**田炳熙:** 동경공업대학에서 공학박사학위(논문제목 : "Study on Porous Carrier and Membrane Hybrid Process for Nitrogen Removal in Wastewater", 2000년 3월)를 취득하였으며, 현재는 강원대학교 삼척캠퍼스 소방방재학부 조교수로 재직 중이다. 주 연구분야는 패턴분류를 이용한 수처리장치 고장진단과 산지재해 분야이며, 현재 방재학회 회원 등으로 활동 중이다(bhjun@kangwon.ac.kr)

**張昌德:** 충북대학교에서 수공학석사 학위(논문제목 : "충상 해안대수층에서 해수침투 특성에 대한 정성적 고찰", 2008년 2월)를 취득하고 현재 강원대학교 방재전문대학원에서 박사과정으로 재학중에 있다. 해안재해, 토석류재해, 재해 수치모형 분야에 관심을 두고 연구 중이다(cdjang79@kangwon.ac.kr).

**全桂元:** 충북대학교에서 공학박사 학위를 취득하고(논문: 홍수유출과 수질예측을 위한 Web기반 시스템의 개발, 2004. 2), 현재 강원대학교 방재전문대학원에서 부교수로 재직중이다. 관심분야는 풍수해 방재, 산지재해 방재, 자연재해관리 등이며, 자연재해란 무엇인가?(공저, 2008) 등의 저서와 주요 논문으로 "산악지역돌발홍수 기준우량

결정에 관한 기초연구(2010)”, “지상 LiDAR를 이용한 토석류 발생량 추정에 관한 기초연구(2010)” 등이 있다.(kwjun@kangwon.ac.kr).

투 고 일: 2010년 11월 15일

수 정 일: 2011년 2월 20일

게재확정일: 2011년 2월 22일

## Analysis Method for the Damaged Field

– by Debris Flow Disaster –

Byong Hee Jun, Chang Deok Jang, Kye Won Jun

In this study, we analyze the debris flow damaged area of Jecheon, Chungbuk. And we estimate behavior of debris flow by the debris flow occurred using the Kanako 2D debris flow numerical model. The intensive rainfall over 455mm occurred between on 9 to 14 July 2009. It was triggered debris flows around the mountain area in Jecheon. For the natural slopes of Korea, the extent of outcrop development is one of the critical factors to control the debris flow. In well-developed outcrop region, landslide is hard to occur. However, in the area where bedrocks are exposed, there are the cases that the debris flows down along the valley when heavy rainfall occurs. In this study case, debris flow was occurred by the deposits accumulated are eroded due to the fast flows in the bed of the mountain valley. For the LiDAR(Light Detection And Ranging) measurement, the terrestrial laser scanning system RIEGL LMS-Z390i consists of a highly accurate and fast 3D scanner associated GPS system and high-resolution digital camera were used.

**Key words:** debris flow, numerical simulation, heavy rainfall, LiDAR, kanako 2D