

연구개발결과 활용계획서

A. 과제 일반정보

사 업 명	국토교통기술촉진연구사업	과학기술표준분류	수리 수문 조사 해석기술
과 제 유 형	☒ 기초 ☐ 응용 ☐ 개발	실용화대상여부	☐ 실용화 ☒ 비실용화
연구과제명	국가 물 관리를 위한 통합형 토양수분량 계측시스템 설계 기술 개발	과 제 구 분	☒ 일 반 ☐ 연구단 ☐ 사업단
주관연구기관	성균관대학교 산학협력단	연구책임자	최민하
세 부 과 제 명	주관연구기관: Cosmic-ray를 활용한 산악지역 토양수분량 산출 알고리즘 개발 공동연구기관: 토양수분량 계측 기술 및 방법 가이드라인 제시		
협동연구기관		연구책임자	
총 연구기간	2018 년 4 월 17 일 ~ 2019 년 12 월 31 일 (21 개월)		
총 연구개발비 (단위 : 천원)	정부출연금 370,000	민간부담금 -	합계 370,000
공동연구기관	한국수자원조사기술원		
참 여 기 업	-		
구 분	성과활용책임자	성과활용실무자	
성 명	최민하	정재환	
소속기관/부서	성균관대학교/건설환경공학부	성균관대학교/수자원학과	
E-mail	mhchoi@skku.edu	jhjeong15@skku.edu	
연락처	010-9352-4068	010-4455-7263	
국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제35조(연구개발결과의 보고) 제2항에 의거 연구개발결과 활용계획서를 제출합니다. 붙임 1. 성과총람 원고 1부. 2. 기술소개자료 각 1부(기술별). 2020 년 1 월 9 일 주관연구기관장 : 추 현 승 			

B. 요소기술 정보

□ 요소기술 총괄

과제명 (세부과제명)	해당 기관명	핵심연구성과	요소기술*	정부출연금 (백만원)	기술실시계약 대상여부**	비고
국가 물 관리를 위한 통합형 토양수분량 계측시스템 설계 기술 개발	주관 : 성균관 대학교 산학협 력단	Cosmic-Ray 기반 토양수분 산출 알고리즘	1-가. Cosmic-Ray 기반 토양수분 산정 기법	75	비대상	
			1-나. Cosmic-Ray 기반 토양수분량 산출 알고리즘 고도화 기법	110	비대상	
	공동 : 한국수 자원조 사기술 원	토양수분량 관측시스템 설치 운영 기법	1-다. 시험유역 설치 운영 가이드라인	75	비대상	
			1-라. 유전율식 토양수분량 관측 운영 및 평가 기법	110	비대상	
소 계				370		
연구단 운영비						
합 계				370		

* 요소기술 : R&D 성과물을 구성하는 단위기술로서, 기술이전이나 활용의 대상이 되는 단위 성과물

** 기술실시계약 대상여부 :

- 대상 : 실용화 대상으로 분류된 연구개발기술로 참여기업 등과 기술실시계약 체결 또는 직접 실시대상이 되는 기술
- 비대상 : 실용화 대상으로 분류되지 않은 연구개발기술, 기초연구단계의 연구개발 결과물 등 과제 특성에 따라 기술실시계약이 불필요 하다고 전문기관의 장이 인정하는 경우 등 「국토교통기술 연구개발사업 관리지침」 제51조(기술실시계약) 제2항에 해당되어 기술실시계약 대상에서 제외되는 기술

- 귀 기관의 R&D를 통해 창출된 주요 요소기술 정보를 작성해 주십시오.
- 요소기술이 2개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)
- 요소기술: R&D 성과를 구성하는 단위기술로서, 기술이전이나 활용의 대상이 되는 단위 성과물

구 분	1-가
요소기술명	Cosmic-Ray 기반 토양수분 산정 기법
기술개요	Cosmic-Ray 중성자 강도와 토양수분 간 관계를 이용한 토양수분 산정 기술로서, Cosmic-Ray Neutron Probe 센서를 이용하여 측정된 중성자 강도를 보정 및 교정하여 한반도 산악지역에서 산출하기 까다로운, 공간 대표성을 가지는 면 단위 토양수분 산출을 가능하게 한다.
관련 키워드	Cosmic-Ray, Cosmic-Ray Neutron Probe, 토양수분, 중성자 강도
기술 분류	수리 수문 조사 해석기술
결과물 유형*	☒ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☐ 기준/지침 ☐ 기타
기술수명주기**	☐ 기술도입기 ☒ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기

구 분	1-나
요소기술명	Cosmic-Ray 기반 토양수분량 산출 알고리즘 고도화 기법
기술개요	Cosmic-Ray Neutron Probe 센서를 이용하여 측정된 중성자 강도 교정을 위한 새로운 기법 제시를 통해 면 단위 토양수분 산출 결과의 정확도를 향상시키는 기법으로, 산악지형에서 중성자 강도에 영향을 미치는 요소들을 고려할 수 있게 하여 한반도 지형에서 보다 신뢰성 있는 면 단위 토양수분 산출을 가능하게 하여 토양수분 자료의 활용성을 확대한다.
관련 키워드	Cosmic-Ray Neutron Probe, 중성자 강도, 산악지형, 토양수분
기술 분류	수리 수문 조사 해석기술
결과물 유형*	☒ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☐ 기준/지침 ☐ 기타
기술수명주기**	☐ 기술도입기 ☒ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기

구 분	1-다
요소기술명	시험유역 설치 운영 가이드라인
기술개요	토양수분 관측망을 구축하기 위해 우선적으로 유역 내에서 지형 및 기상환경 특징을 분석하고 그에 적합한 측정방법을 확정하도록 가이드라인을 제시하고 유역내 설치된 관측소 간의 대표성 분석을 통해 효율적으로 관측소를 운영이 가능하게 한다.
관련 키워드	매뉴얼, 측정계획, 측정방법, 유지관리, DB구축, 품질관리, 대표성분석
기술 분류	수리 수문 조사 해석기술
결과물 유형*	☒ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☐ 기준/지침 ☐ 기타
기술수명주기**	☐ 기술도입기 ☒ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기

구 분	1-라
요소기술명	유전율식 토양수분량 관측 운영 및 평가 기법
기술개요	주로 쓰이는 유전율식 방법의 토양수분 관측기기들을 건토중량법을 통해 현장의 직접 운영가능성을 제시하고 관측된 데이터에 대한 데이터베이스를 구축하고 이에 대한 토양수분량 자료는 물수지 분석을 통해 유역 내에서 가용성을 판단한다.
관련 키워드	유전율식 방법, 건토중량법, DB구축, 물수지분석
기술 분류	수리 수문 조사 해석기술
결과물 유형*	☒ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☐ 기준/지침 ☐ 기타
기술수명주기**	☐ 기술도입기 ☒ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기

C. 성과활용 네트워크 정보

- 귀 기관의 R&D를 통해 개발된 기술을 활용하기 위해 필요한 시험·검증, 현장적용 및 수요기업 정보를 작성해 주십시오.
- 요소기술이 2개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

요소기술 구분	1-가	요소기술명	Cosmic-Ray 기반 토양수분 산정 기법
구 분		주체명	
연구개발결과 시험·검증기관		농촌진흥청, 기상청, 한국수자원조사기술원, 산림청	
연구개발결과 수요기업		산림청, 한국지질자원연구원, 한국수자원공사	
연구개발결과 현장적용 기관·업체		농촌진흥청, 기상청, 산림청, 한국수자원공사	
연구개발결과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관		환경부, 국토교통부, 행정안전부, 농림축산식품부	

요소기술 구분	1-나	요소기술명	Cosmic-Ray 기반 토양수분량 산출 알고리즘 고도화 기법
구 분		주체명	
연구개발결과 시험·검증기관		농촌진흥청, 국립기상과학원, 한국수자원조사기술원, 산림청	
연구개발결과 수요기업		홍수통제소, 산림청, 한국지질자원연구원, 한국수자원공사	
연구개발결과 현장적용 기관·업체		농촌진흥청, 국립기상과학원, 산림청, 한국수자원공사	
연구개발결과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관		환경부, 국토교통부, 행정안전부, 농림축산식품부, 기상청, 한국연구재단	

요소기술 구분	1-다	요소기술명	시험유역 설치 운영 가이드라인
구 분		주체명	
연구개발결과 시험·검증기관		농촌진흥청, 국립기상과학원, 한국수자원조사기술원	
연구개발결과 수요기업		홍수통제소, 산림청, 한국수자원공사, 농어촌공사	
연구개발결과 현장적용 기관·업체		농촌진흥청, 국립기상과학원, 산림청, 한국수자원공사	
연구개발결과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관		환경부, 국토교통부, 행정안전부, 농림축산식품부, 기상청	

요소기술 구분	1-라	요소기술명	유전율식 토양수분량 관측 운영 및 평가 기법
구 분		주체명	
연구개발결과 시험·검증기관		농촌진흥청, 국립기상과학원, 한국수자원조사기술원	
연구개발결과 수요기업		홍수통제소, 산림청, 한국수자원공사, 농어촌공사	
연구개발결과 현장적용 기관·업체		농촌진흥청, 국립기상과학원, 산림청, 한국수자원공사	
연구개발결과 추가 R&D(사업비) 투자·자문 기관		환경부, 국토교통부, 행정안전부, 농림축산식품부, 기상청	

D. 성과 정보

- 귀 기관의 성과 정보에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 본 과제를 통해 발생한 성과를 기재해 주십시오.

1. 특허등록

No.	요소기술 구분	특허명칭	등록번호	등록일	출원인 (등록권리자)
A-1	1-가				

2. 학술지 게재

No.	요소기술 구분	SCI/ 일반	논문명	학술지명	ISBN ISSN	주저자명	Vol. (No)	시작 페이지	끝 페이지	게재 일자
B-1	1-나	SCI	Extension of cosmic-ray neutron probe measurement depth for improving field scale root-zone soil moisture estimation by coupling with representative in-situ sensors	Journal of Hydrology	0022-1694	Nguyen Hoang Hai	571	679	696	2019.04.01
B-2	1-가	일반	산악 지형에서의 토양 수분 관측소 구축을 위한 연구(2): Cosmic-Ray Sensor를 활용한 지역 규모 토양 수분 측정	한국방재학회 논문집	1738-2424	정재환	18	83	91	2018.12.31
B-3	1-가	일반	실제증발산 자료의 불확실성 파악에 관한 연구: flux tower, 인공위성 및 재분석자료	한국수자원학회 논문집	1226-6280	백종진	52(1)	11	19	2019.01.01
B-4	1-나	일반	산악지형에서의 CRNP를 이용한 토양 수분 측정 개선을 위한 새로운 중성자 강도 교정 방법 검증 및 평가	대한원격탐사학회 논문집	2287-9307	조성근	35(5-1)	665	679	2019.10.31
B-5	1-다	일반	산악 지형에서의 토양수분 관측소 구축을 위한 연구(1): Cosmic-ray 검증시스템 구축을 위한 토양수분량 대표성 분석 연구	한국수자원학회 논문집	1226-6280	김기영	52(1)	51	60	2018.07.19

No.	요소기술 구분	SCI/ 일반	논문명	학술지명	ISBN ISSN	주저자명	Vol. (No)	시작 페이지	끝 페이지	게재 일자
B-6	1-라	일반	설마천 연구지역에서의 토양수분량을 활용한 유출 발생 특성분석	한국수자원학회 논문집	1226-6280	김기영	52(9)	615	626	2019.01. 15
B-7	1-라	일반	청미천 논지에서의 증발산량 작물계수 산정에 관한 연구	대한원격탐사학 회 논문집	2287-9307	김기영	35(6-1)	883	893	2019.11. 18

3. 소프트웨어 등록

No.	요소기술 구분	SW명칭	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명
E-1	1-가						

4. 신기술 지정

No.	요소기술 구분	명칭	출원일	고시일	보호기간	지정번호
F-1	1-가					

5. 시제품 제작

No.	요소기술 구분	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야
C-1	1-가					

6. 현장시험*

No.	요소기술 구분	현장시험명	시험일	시험장소	주요내용
D-1	1-가				

* 현장시험: 개발기술의 보완이나 검증을 위하여 실험현장에 최초로 시험·적용하는 행위

7. 표준/인증

No.	요소기술 구분	인증번호 (규격번호)	인증명	취득일	취득기관	관리기관
K-1	1-가					

8. 정책채택

No.	요소기술 구분	구분	정책명	관련기관 (담당부서)	시행일시	채택내용
L-1	1-가					

9. 법령 반영

No.	요소기술 구분	구분	활용구분 (신규/개선)	명칭	해당조항	시행일시	관리부처	제정/개선내용
M-1	1-가							

10. 설계기준, 시방서, 지침에 반영

No.	요소기술 구분	구분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	설계기준/시방서/지침 명칭	반영일시	반영내용
J-1	1-가					

11. 기술실시계약

No.	요소기술 구분	계약명	실시기업명	계약체결일	기술사용 시작일	기술사용 종료일	징수일자	징수금액 (천원)	계약 유형
G-1	1-가								

12. 사업화/제품화

No.	요소기술 구분	사업화명	사업화내용	업체명	사업자 등록번호	매출액(천원)	매출발생년도	고용실적(명)
H-1	1-가							

13. 현장적용(시공)**

No.	요소기술 구분	발주기관명	시공업체명	적용현장명	공사시작일	공사종료일	공사금액(천원)***
I-1	1-가						

** 현장적용(시공): 사업화주체(기업)가 개발기술을 실제 공사현장(수주)에 적용하여 매출이 발생하는 경우

***공사금액: 당해 기술이 적용된 공사의 총공사금액

E. 성과활용 정보

- 귀 기관의 성과활용 정보에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 요소기술이 1개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

구분	1-가	요소기술명	Cosmic-Ray 기반 토양수분 산정 기법
----	-----	-------	--------------------------

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용”이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

“국토교통 R&D 성과의 활용”이란? 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

- 위 내용을 고려하였을 때 현재시점(R&D 종료)에서 귀 기관의 R&D 결과물은 그 성과가 활용되었습니까? (2)
 - 예, 활용되었습니다.
 - 아니오, 활용되지 않았습니다.
- 귀 기관이 수행한 건설교통 R&D 사업의 종료 후, 결과물이 활용되기까지 거쳐야 하는 프로세스를 <보기>와 같은 단계로 정의하였습니다. 귀 기관의 R&D 결과물의 활용프로세스 상 현재 단계를 표시하여 주십시오.

<보기> R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
I	기술 개발 단계	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
	■완료	
II	기술 검증·보완 단계	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계
	□준비 □진행중 ■완료	
III	실용화 추진 단계(마케팅)	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안·홍보·입찰 등) 단계
	□준비 □진행중	
IV	시장수용 단계	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계
	□초기발생 □지속발생	

- 위 2에서 I~III단계라고 응답한 경우, R&D 결과물을 활용하기 위해 지속적인 활동을 진행하실 예정입니까?(1)
 - 예, 계속 활용을 추진할 예정입니다.
 - 아니오, 활용추진을 중단하였습니다.
- 귀 기관이 위 2번에서 응답한 단계까지 수행한 주요 활동내용을 구체적으로 설명해 주십시오.
 - ※ 만약 귀 기관이 위 2번에서 III단계라고 응답한 경우, I 단계, II 단계, III 단계의 주요 활동내용(주체, 시기, 산출물이나 공사명 등을 구체적으로 기입)을 작성해 주십시오.
 - ※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
I	기술 개발 단계	해외 선행연구사례 조사 후 설마천 연구지역에 Cosmic-Ray 센서를 설치하여 성능평가를 실시하였고, 관측 중성자 데이터를 기반으로 토양수분을 산정하여 지점 관측 자료 및 원격탐사자료와의 비교 분석을 수행하였음(A-1, A-2). 이를 통해 한반도 먼 단위 토양수분 산정 기법을 개발하였음(A-2).
II	기술 검증·보완 단계	연구지역에 보다 적합한 Cosmic-Ray 기반 토양수분 산정 기법 개발을 위해 최초 토양수분 산정 결과 분석 수행 후 기법 고도화를 수행하였음(B-1).
III	실용화 추진 단계	
IV	시장 수용 단계	

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용”이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

국도교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가 가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출 발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장 적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

- 〈보기〉 R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
I	기술 개발 단계	1차년도 토양수분 산정 결과 분석을 통해 연구지역의 교정 중성자 강도의 안정성 확보가 필요하다는 것을 파악하였으며, 교정 중성자 강도 산출 기법을 개발하여 개선된 토양수분 산정 결과를 획득 및 검증하였음(B-1).
II	기술 검증·보완 단계	Cosmic-Ray 기반 토양수분 고도화 기법 개선을 위한 토양 유기물 채취 및 측정을 공동연구기관과의 협력을 통해 수행하였으며, 토양 유기물 및 중성자 강도 간 관계성 규명에 관한 연구를 수행 중에 있음(B-2).
III	실용화 추진 단계	
IV	시장 수용 단계	

단계	단계명	주요 활동내용
I	기술 개발 단계	해외 관측망 설치사례 및 국내 시험유역 설치 사례들에 대해 조사하였음 (C-1). 또한 시험유역 후보 중 현장 조사 및 원격탐사를 활용한 조사를 통해 시험유역을 선정하였으며, 관측소를 설치하기 이전 지역 환경에 대한 특징 평가를 실시(C-2).
II	기술 검증·보완 단계	시험 운영 지역에서의 데이터베이스를 축적하고 자료를 통해 대표성분석(TSA) 방법을 활용하여 효율적인 유역 관측법을 제시. 또한 관측소를 안정적으로 운영하기 위해 매뉴얼을 작성(C-3).
III	실용화 추진 단계	
IV	시장 수용 단계	

구분	1-라	요소기술명	유전율식 토양수분량 관측 운영 및 평가 기법
----	-----	-------	--------------------------

※ 본 보고서에서 사용하는 “성과의 활용”이란 용어는 아래와 같은 의미를 가지고 있습니다.

“국토교통 R&D 성과의 활용”이란?

국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단합니다. 본 조사에서는 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류하고 있습니다. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류합니다.

- 위 내용을 고려하였을 때 현재시점(R&D 종료)에서 귀 기관의 R&D 결과물은 그 성과가 활용되었습니까? (2)
 - 예, 활용되었습니다.
 - 아니오, 활용되지 않았습니다.
- 귀 기관이 수행한 건설교통 R&D 사업의 종료 후, 결과물이 활용되기까지 거쳐야 하는 프로세스를 <보기>와 같은 단계로 정의하였습니다. 귀 기관의 R&D 결과물의 활용프로세스 상 현재 단계를 표시하여 주십시오.

<보기> R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계

단계	단 계 명(R&D 종료시점)	단 계 정 의
I	기술 개발 단계	국가 R&D 사업을 통해 연구개발이 완료된 단계
	☒ 완료	
II	기술 검증·보완 단계	시제품 제작, 현장시험적용 등을 통해 기술을 검증하고 보완하여 기술적 완성도를 높이는 단계
	☒ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	
III	실용화 추진 단계(마케팅)	제품판매 및 공사수주를 위한 마케팅(제안·홍보·입찰 등) 단계
	☐ 준비 ☐ 진행중	
IV	시장수용 단계	제품 판매나 공사 수주를 통해 실제 매출이 발생하는 단계
	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	

- 위 2에서 I~III단계라고 응답한 경우, R&D 결과물을 활용하기 위해 지속적인 활동을 진행하실 예정입니까?(1)
 - 예, 계속 활용을 추진할 예정입니다.
 - 아니오, 활용추진을 중단하였습니다.
- 귀 기관이 위 2번에서 응답한 단계까지 수행한 주요 활동내용을 구체적으로 설명해 주십시오.

※ 만약 귀 기관이 위 2번에서 III단계라고 응답한 경우, I 단계, II단계, III단계의 주요 활동내용(주제, 시기, 산출물이나 공사명 등을 구체적으로 기입)을 작성해 주십시오.

※ 수행한 주요 활동내용을 기재하시고 B. 성과 및 활용정보에서 기재한 활용성과 번호를 함께 기재해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용
I	기술 개발 단계	토양수분 관측 기기에 대한 정보들을 습득하였으며, 관측기기들이 현장에서 직접 운영 가능성을 판단하기 위해 견토중량법을 통해 기기 평가를 수행하였음 (D-1).
II	기술 검증·보완 단계	데이터베이스를 구축하고 이 자료를 통해 물수지 분석을 활용하여 유역 내에서 토양수분량 관측소 자료의 신뢰성 평가 방법의 개선방향 검토 중(D-2, D-3).
III	실용화 추진 단계	
IV	시장 수용 단계	

F. 성과활용 계획

- 귀 기관의 성과활용 계획에 대한 자료 수집을 위한 것입니다.
- 요소기술이 1개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(요소기술 수만큼 기재)

구분	1-가	요소기술명	Cosmic-Ray 기반 토양수분 산정 기법
----	-----	-------	--------------------------

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☒ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☒ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☒ 준비 ☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계	한국수자원조사 기술원	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
II	기술 검증·보완 단계	한국수자원조사 기술원	타 연구지역 선정/1개 기술검정/1회	~종료후 4년	수문 인자 관측소 보유 유역 선정 및 기술 검정
III	실용화 추진 단계	한국수자원조사 기술원	-	~종료후 5년	사업화 가능성 검토
IV	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명

** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (2)

1. 예, 필요합니다.

2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내 용

구분	1-나	요소기술명	Cosmic-Ray 기반 토양수분량 산출 알고리즘 고도화 기법
----	-----	-------	------------------------------------

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☒ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☒ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☒ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계	한국수자원조사 기술원	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
II	기술 검증·보완 단계	한국수자원조사 기술원	누적 자료 DB/5년 고도화 알고리즘 최 적화/1회	~종료후 5년	데이터 누적 기술 보완을 통한 정확도 향상
III	실용화 추진 단계	한국수자원조사 기술원	-	~종료후 5년	사업화 가능성 검토
IV	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명

** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (2)

1. 예, 필요합니다.

2. 아니오, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	1-다	요소기술명	시험유역 설치 운영 가이드라인
----	-----	-------	------------------

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단 계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☒ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☒ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단 계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계	한국수자원조사 기술원	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
II	기술 검증·보완 단계	한국수자원조사 기술원	타 연구지역 선정/1개 현장적용/1회 기술검증/1회 DB구축 및 평가/5년	~종료후 5년	타 지역 시험적용을 통한 설치 및 운영 기술의 검 증
III	실용화 추진 단계				
IV	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명

** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (2)

1. 예, 필요합니다.

2. 아니요, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	1-라	요소기술명	유전율식 토양수분량 관측 운영 및 평가 기법
----	-----	-------	--------------------------

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

단 계	종료 후 1년	종료 후 2년	종료 후 3년	종료 후 4년	종료 후 5년
I	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계	기술 개발 단계
	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료	☐ 완료
II	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계	기술 검증·보완 단계
	☒ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☒ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☒ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료	☐ 준비 ☐ 진행중 ☐ 완료
III	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)	실용화 추진 단계 (마케팅)
	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☐ 진행중	☒ 준비 ☐ 진행중	☐ 준비 ☒ 진행중
IV	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계	시장수용 단계
	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생	☐ 초기발생 ☐ 지속발생

2. 귀 기관이 위 1번에서 응답한 활용계획의 주요 활동내용(예정/기획)을 구체적으로 설명해 주십시오.

단 계	단계명	주요 활동내용			
		주체*	성과물**/개수	시기	내용
I	기술 개발 단계	한국수자원조사 기술원	-	R&D종료시점	R&D 기간 내 완료
II	기술 검증·보완 단계	한국수자원조사 기술원	타 지역 선정/1개 관측소 구축/1개 물수지 분석/ 2회 누적 자료 DB/3년	~종료후 3년	타 지역에 시험적용하여 관측방법 평가 기법을 보 완
III	실용화 추진 단계	홍수통제소	기술실시계약/1회 관측소 구축/1개	~종료후 5년	관측소 확충과 물수지 분 석 기법 적용을 통한 홍 수 도달시간 예측의 실용 화 가능성 검토
IV	시장 수용 단계				

* 주체: 연구주관기관(연구책임자)과 함께 Co-Work을 진행하는 기업/기관명

** 성과물: 각 단계별 성과활용 과정에서 발생한 성과물(예: 시험적용, 시제품, 현장적용 등)

3. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (2)

1. 예, 필요합니다.

2. 아니요, 필요하지 않습니다.

4. 위 3에서 1번이라고 응답한 경우, 향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획을 설명해 주십시오.

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

국토교통연구개발사업 성과총람 원고

주관연구기관명	성균관대학교 산학협력단
연구책임자명	최민하

I. 과제 기본정보

사업명	국토교통기술촉진연구사업	
최상위과제명	국가 물 관리를 위한 통합형 토양수분량 계측시스템 설계 기술 개발	
(핵심·세부) 과제명	주관연구기관: Cosmic-ray를 활용한 산악지역 토양수분량 산출 알고리즘 개발 공동연구기관: 토양수분량 계측 기술 및 방법 가이드라인 제시	
연구책임자 정보	(성 명) 최 민 하 (전 화) 031-290-7527 (이메일) mhchoi@skku.edu (소 속) 성균관대학교 건설환경공학부	

II. 연구개발 배경 및 목표

1. 연구배경

- 토양수분량 계측 시스템의 필요성은 인지되었지만 이에 대한 연구개발이 미비하며, 특히 유역과 같은 토양수분 측정이 중요한 지역의 면 단위 토양수분 측정 연구는 전무한 실정임
- 우리나라에서는 지점 단위 토양수분을 측정하고 있지만 관측소가 적고 체계화 되어 있지 않아 활용에 어려움을 겪고 있음
- 한반도에 맞는 한국형 토양수분량 자료의 필요성이 대두되는 실정이며, 이를 위한 「토양수분량 계측 시스템 설계 기법」 연구개발 필요

2. 연구목표

- Cosmic-Ray를 활용한 지역적 규모의 토양수분 산출 알고리즘 개발
- Cosmic-Ray 산출결과 개선을 위한 고도화 방안 마련
- 한국형 토양수분 계측시스템 설계 기법 개발
- 계측시스템 운영 및 자료 분석기술 개발

III. 연구개발 내용 및 결과물

1. 주요 연구내용

(1) 시험유역 선정 및 토양 수분량 계측 시스템 위치 확정

- 시험유역 선정 및 조건 적용
- 대표성 분석 및 시험유역 선정
- 계측시스템 설치 위치 확정

(2) 계측시스템 설계 및 구축

- Cosmic-ray 계측시스템 설계
- 유전율식(TDR, FDR) 계측시스템 설계
- 면 단위 토양수분량 계측시스템 구축
- 시험운영을 통한 계측시스템 최종 확정

(3) 계측시스템 운영 및 자료분석

- 계측시스템 유지관리 및 자료수집
- Cosmic-ray 자료 분석 및 DB화
- 유전율식(TDR, FDR)의 자료 분석 및 DB화
- 월별 토양수분량 특성 분석 및 정량화
- 토양수분량 자료의 현장 검증
- Cosmic-ray와 유전율식 자료 연계 분석

(4) Cosmic-ray 토양수분 산출 및 고도화

- Cosmic-ray 매개변수 최적화
- Cosmic-ray 계측시스템 설계 기법 개발
- Cosmic-ray 자료의 개선을 위한 고도화
- 토양수분량 계측시스템 검증 및 평가

(5) 토양수분량 계측시스템 설계 기법 개발

- 대표성을 고려한 토양수분량 계측기법
- 시험유역 선정 기법
- 유전율식 계측시스템 분석
- 토양수분량을 이용한 물 수지 분석 기법
- 토양수분량 자료 품질관리 매뉴얼
- 토양수분량 자료의 활용 방안

2. 연구개발 결과

※ 관련사진을 반드시 첨부하고, 캡션으로 설명

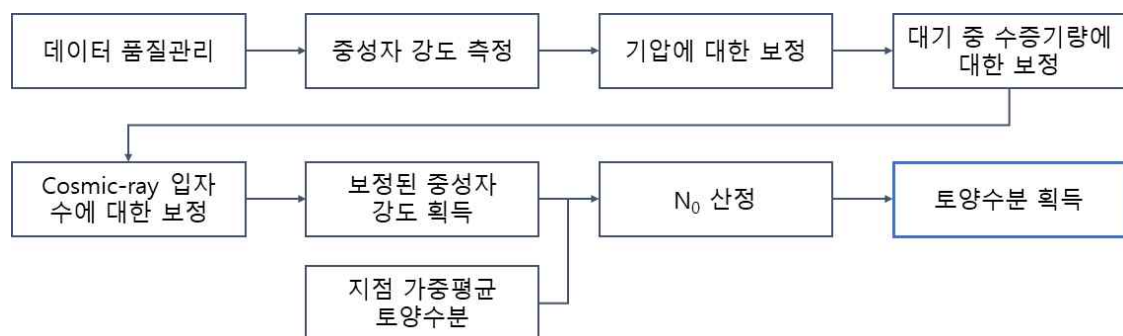
(1) 시험구역 선정



연구 지역 분석을 통한 센서 설치 위치 결정

- 토양수분의 활용가능성(물 수지 분석기법, 가뭄 등 자연재난 분석모형)을 고려한 시험구역 선정
- 기존 수문 자료(강우자료, 증발산량 자료 등) 활용 가능 여부 파악
- 연구 지역의 토성, 수체, 식생, 기후, 사면, 경사도 등을 고려한 센서 위치 설정
- 토양수분의 공간적 대표성을 고려한 센서 위치 설정

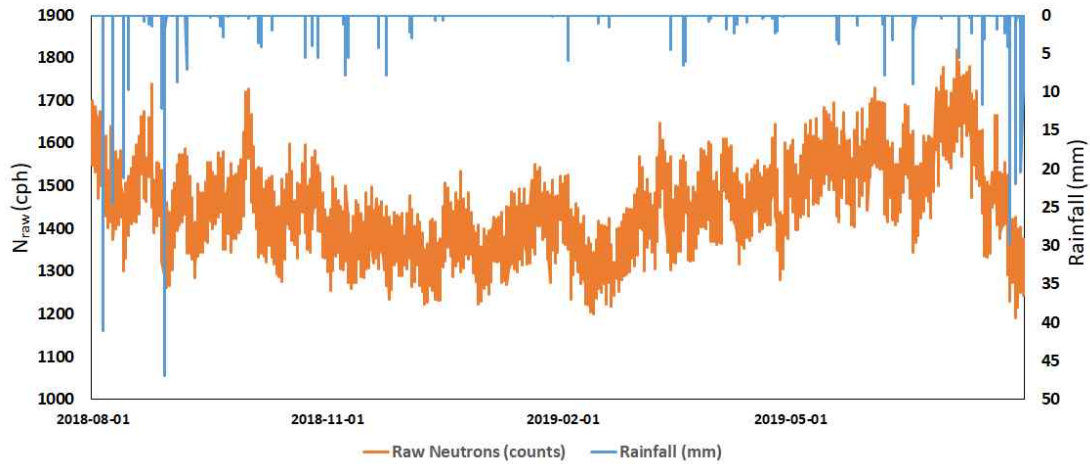
(2) 계측시스템 설계 및 구축



토양수분 계측 시스템 flow chart

- Cosmic-ray 계측시스템 매뉴얼 제시
- 산지에 특화된 새로운 중성자 강도 교정 방법 제시
- 시험 운영을 통한 계측시스템 완성도 향상

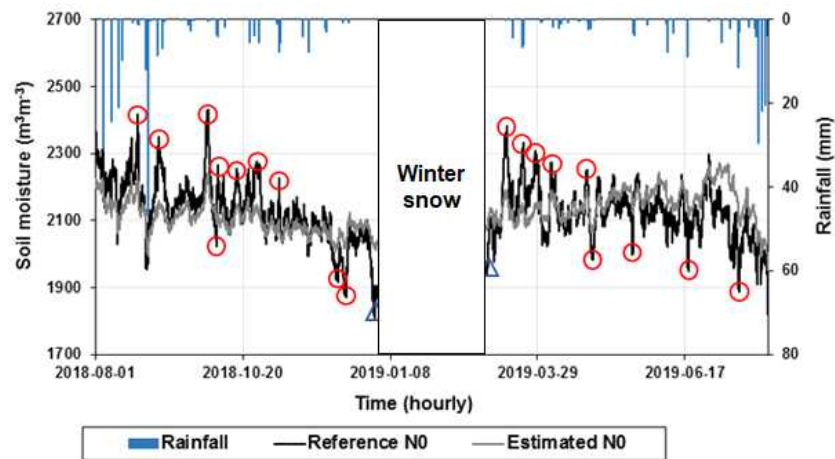
(3) 계측시스템 운영 및 분석



CRNP 센서를 통한 중성자 강도 데이터 획득 및 분석 예시

- 연구 지역의 Cosmic-ray 중성자 강도 검출
- 강우, 기압, 대기 중 수증기량 등을 고려한 중성자 강도의 보정
- 산악지형에서 중성자 강도와 토양수분이 갖는 관계성 분석

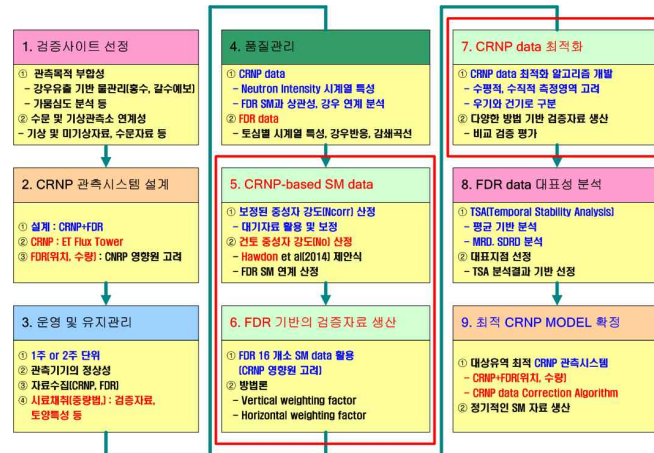
(4) CRNP 센서를 통한 토양수분 산출 최적화



토양수분 산출결과 개선도 분석

- 산악지형에 특화된 교정 방법 제시
- 제시한 교정 방법을 통해 산출한 토양수분 데이터의 검증
- 제시된 교정 방법을 고려한 한국형 토양수분 계측 시스템의 알고리즘 개발

(5) 토양수분량 계측시스템 설계 기법 개발



CRNP 토양수분량 관측시스템 구축 과정

- 면 단위 토양수분량 계측 시스템 설계 기법 개발
- 사이트 선정, 유지관리, 운영, 품질관리 등 기본적인 가이드라인 제시
- 한국형 토양수분 계측 시스템 운영 매뉴얼 작성

3. 연구개발 성과

(1) 기술적 성과

- Cosmic-Ray 기반 토양수분 산출 알고리즘 개발
- 토양수분량 관측시스템 구축, 유지관리 기술 개발
- Cosmic-Ray 기반 토양수분 자료 고도화 기술 개발

(2) 학술적 성과

- 국내 논문 6건
- SCI 논문 1건(상위 5% 이내)
- 국제 학술발표회 논문발표 2건(IGARSS 2019, 2019 AGU Fall Meeting)
- 국내 학술발표회 논문발표 1건(2018 대한원격탐사학회 추계 학술발표대회)
- 기술기사 1건
- 수문 분야 전문가 배출 (석사학위 1명)

(3) 경제적 성과

- 면 단위 토양수분 산출 기술 : 관측소 구축비용 절감
- 토양수분 계측 시스템 운영 매뉴얼 국산화를 통한 비용 절감

IV. 활용계획 및 기대효과

1. 활용계획

- 기존 지점단위 데이터와 면 단위 토양수분 데이터를 비교하여, 새로운 물 수지 분석 및 수문 모형 모델링이 가능
- 홍수 및 갈수에 대한 대응 방안 제시를 위한 참고자료 및 예보 기술 개발의 촉매로써 활용 가능
- 산사태 위험 지역 예측을 위한 위험도 산출의 기초 자료로써 활용 가능
- 현재 전과 간접 및 식생에 의한 영향으로 위성기반 토양수분 자료의 정확도를 보장하기 어려운 상황에서 정확도 검증 및 데이터 활용 범위 확장의 매개로 활용 가능

2. 기대효과

- 현재 수문 조사 기술 부문에서 시행되고 있는 연구는 지점 단위 토양수분 센서에 기초하고 있어 면 단위 토양수분 계측 시스템의 도입으로 국내 연구 및 기술 분야 발달에 크게 기여 가능
- 여러 기관에서 기존에 사용하고 있는 지점 단위 토양수분 센서의 활용 가능성을 높여 각 기관 간의 데이터 공유 촉진, 수자원 조사 기술의 광범위한 발달에 기여 가능
- 향후 국내 토양수분 산출 위성 개발 시 한반도 지역 특성 및 요구에 부합하는 토양수분 위성 개발의 기준 데이터로 사용 가능
- 한반도에서 매년 발생하는 가뭄, 산사태, 홍수, 산불 등의 자연재해와 토양수분의 연관성을 심도 있게 연구할 수 있는 데이터로 사용 가능

3. 선진 기술수준과의 기술격차 해소

- Cosmic-Ray 중성자 강도 보정 기술 적용 및 교정 기술 개발을 통해 선진기술 수준의 90% 수준까지 기술격차 해소
- 해외 토양수분 네트워크 구축 기술과의 기술격차를 70% 수준까지 해소

기술소개자료(SMK : Sales Material Kit)

Cosmic-Ray 기반 토양수분 산정 기법

□ 기술개요

본 기술은 토양에 존재하는 물의 양을 관측 및 기록하는 기술로서, 우주로부터 지구로 들어오는 Cosmic-Ray 중성자와 토양 속 수분 간의 관계를 이용한다. 본 기술을 통해 얻어지는 결과는 한 지점의 토양수분이 아닌, 공간 분포된 토양수분으로 기존 토양수분 계측 기술과 비교하여 계측 결과의 활용성이 높다고 할 수 있다.

□ 기존 기술의 문제점

- ❶ 국내에서 공간 분포된 토양수분 자료를 산출 하는 기술이 전무한 실정.
- ❷ 기존 토양수분 관측 기술로는 국내 지형에서 위성 및 드론과 같은 원격 탐사 자료의 검증이 어려움.
- ❸ 기존 토양수분 관측 기술로는 넓은 범위의 토양수분 파악에 막대한 비용이 필요함.

□ 기술의 차별성 및 효과

차별성

공간 대표 토양수분 자료 산출 기술.

기술적효과

기존 토양수분 센서에 비하여 관측 범위가 100배 이상 넓으며 기존 기술에서는 생산이 불가능한 공간 단위 토양수분 자료 산출 가능

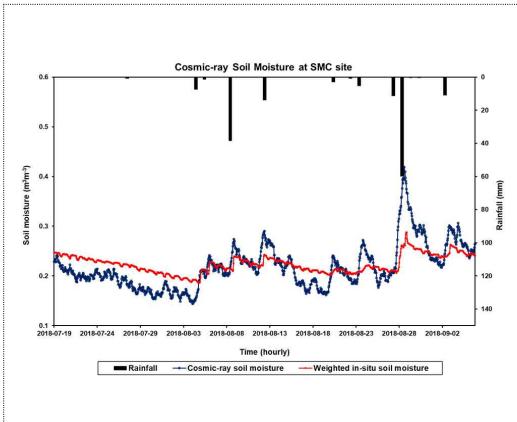
- Cosmic-Ray 토양수분 관측 센서 관측 반경은 100m - 300m
- Cosmic-Ray 기반 토양수분 자료는 관측 반경을 대표하는 토양수분 값을 산정
- 공간 대표 토양수분을 이용한 원격탐사 토양수분 자료 검증이 가능



경제적 효과

기존 기술을 이용한 토양수분 계측 시스템 설치 비용과 비교하였을 때, 센서 개수 감소로 50% 이상의 비용 절감 가능

- 적은 수의 센서로 관측소 구축 가능
- 관측소 설치 및 유지관리 비용 절감
- 적은 비용으로 더 넓은 관측 반경의 검증된 신뢰도를 확보한 토양수분 자료 생산

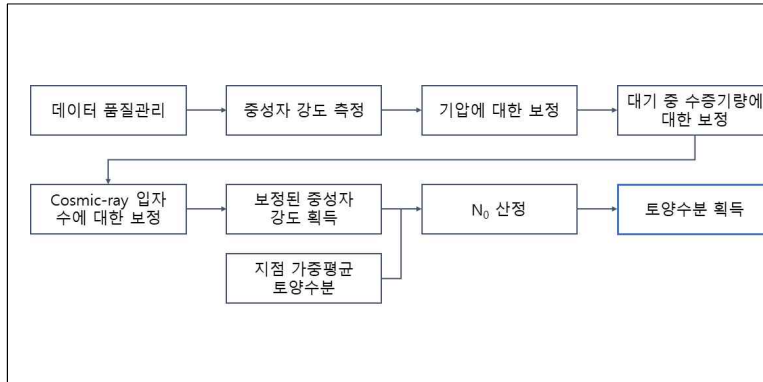


□ 기술활용 실적 및 기술내용

활용실적

-
-
-

기술내용



- 중성자 강도와 토양수분 상관성 분석기법
- 주변 환경을 고려한 중성자 강도 보정 기법
- Cosmic-ray 센서 기반 토양수분 산출 기법
- 지점 토양수분 자료를 활용한 산출 토양수분 검증 기법

□ 수요처 및 권리현황

수요처

수요처	적용처
■ 농촌진흥청	■
■ 기상청	■

권리현황

특허명	특허번호	비고
■		
■		
■		

□ 추가기술정보

기술분류

	■ 기술개념확립
	□ 연구실환경검증
	□ 시제품제작
기술수준	□ 실제환경검증
	□ 신뢰성평가
	□ 상용품제작
	□ 사업화

시장전망

□ 문 의

관리자	- 국토교통과학기술진흥원 창업사업화지원실(031-389-6322, 6343) - techbiz@kaia.re.kr
연구자	소속기관 성균관대학교 성명 최민하 연락처 031-290-7527 이메일 mhchoi@skku.edu

Cosmic-Ray 기반 토양수분량 산출 알고리즘 고도화 기법

□ 기술개요

Cosmic-Ray 토양수분 관측 기기의 경우 해외에서 다양한 지형에 적용되어 왔다. 하지만 산지와 같은 Cosmic-Ray 중성자 강도에 영향을 미치는 요소가 많은 지역에서의 관측기기를 이용한 토양수분 산출이 활발히 이루어지지 않았으며, 따라서 본 기술을 통해 산악 지형을 고려한 Cosmic-Ray 토양수분 산출 결과 개선이 가능하다.

□ 기존 기술의 문제점

- ❶ 기존 Cosmic-Ray 토양수분 관측 기술은 산지에서 적용이 활발히 이루어지지 않았음.
- ❷ 다양한 방해 인자를 고려한 Cosmic-Ray 토양수분 산출 기술이 미비하였음.
- ❸ 제한적인 연구지역으로 Cosmic-Ray 토양수분 관측 기기 범용성 검증이 필요하였음.

□ 기술의 차별성 및 효과

차별성

산악지형에서의 다양한 방해인자를 고려한 Cosmic-Ray 토양수분 산출 결과 개선.

기술적효과

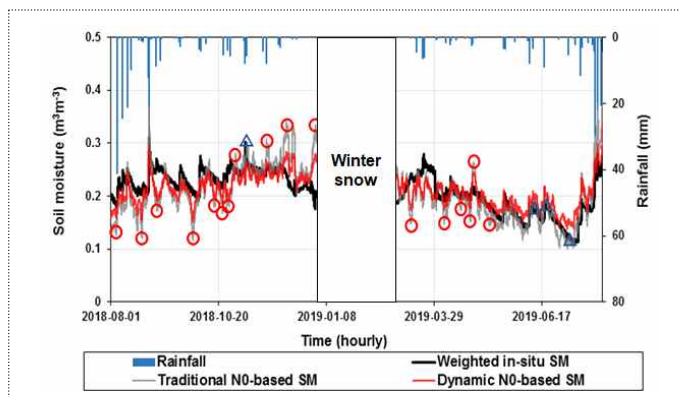
기존 기술에서 사용하는 Cosmic-Ray 중성자 강도 교정 방법의 개선을 통하여 산악지형의 다양한 환경적인 요소를 고려할 수 있음.

- 산지에서의 교정 중성자 강도 분석을 통하여 각종 산지의 환경의 영향을 파악함.
- 중성자 강도 교정을 통해 Cosmic-Ray 토양수분 산출에 결정적인 역할을 하는 교정 중성자 강도의 안정성을 확보가 가능함.

경제적 효과

산지에서의 신뢰할 수 있는 토양수분 계측 기술 고도화를 통하여 한반도를 위협하는 각종 재난 재해(산불, 홍수, 가뭄 등) 예보 기술 향상이 가능하며 이를 통한 피해 절감 효과가 기대됨.

- 산불의 경우 매년 막대한 경제적 피해를 일으키고 있으며 산지의 정확한 토양수분 계측이 가능할 시 이를 예방할 수 있음.
- 기상 변화로 인한 가뭄이 매년 심각해지고 있으며, 가뭄 현상의 판별이 어려운 산악 지형의 가뭄 위험 징조 파악을 가능하게 하여 피해 절감 효과가 예상됨.

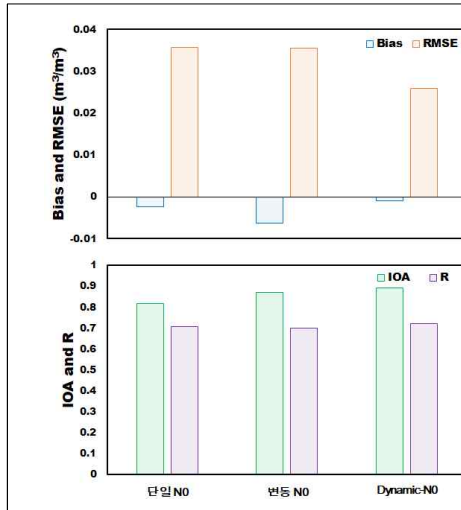


□ 기술활용 실적 및 기술내용

활용실적

-
-
-

기술내용



- Cosmic-ray 토양수분 고도화를 위한 기술
- 교정 중성자 강도 변동성 파악
- 보정 중성자 강도와 교정 중성자 강도 간의 회귀 분석을 통하여 교정 중성자 강도 안정성 확보
- 개선된 교정 중성자 강도를 이용한 산지 토양수분 산출 결과 개선

□ 수요처 및 권리현황

수요처

수요처	적용처
■ 산림청	■
■ 한국지질자원연구원	■

권리현황

특허명	특허번호	비고
■		
■		
■		

□ 추가기술정보

기술분류

기술수준	■ 기술개념확립
	□ 연구실환경검증
	□ 시제품제작
	□ 실제환경검증
	□ 신뢰성평가
	□ 상용품제작
	□ 사업화

시장전망

□ 문 의

관리자	- 국토교통과학기술진흥원
	창업사업화지원실(031-389-6322, 6343)
	- techbiz@kaia.re.kr
연구자	소속기관 성균관대학교
	성명 최민하
	연락처 031-290-7527
	이메일 mhchoi@skku.edu

시험유역 설치 운영 가이드라인

□ 기술개요

측정계획, 측정장비와 방법, 유지관리, 품질관리, 자료의 저장 등에 이르기까지 토양수분량 조사에 대한 기본적인 과정을 비롯하여 Cosmic-Ray 센서와의 연계를 위한 대표성 기법 등 토양수분량 관측소를 설치하고 운영하는데 필요한 사항들을 매뉴얼화 하였다.

□ 기존 기술의 문제점

- ① 점 단위 토양수분량 계측시스템이 일반적으로 사용되고 있으나, 면 단위 시스템의 구축은 전무함.
- ② 유역 특성에 따라 설치 가이드라인이 미비함.
- ③ 체계화된 면단위 토양수분량 계측 시스템의 운영 가이드라인이 미비함.

□ 기술의 차별성 및 효과

차별성

유역 특성을 고려하며, 면단위 토양수분량 산출이 가능한 계측시스템 설치방법 제시.

기술적효과

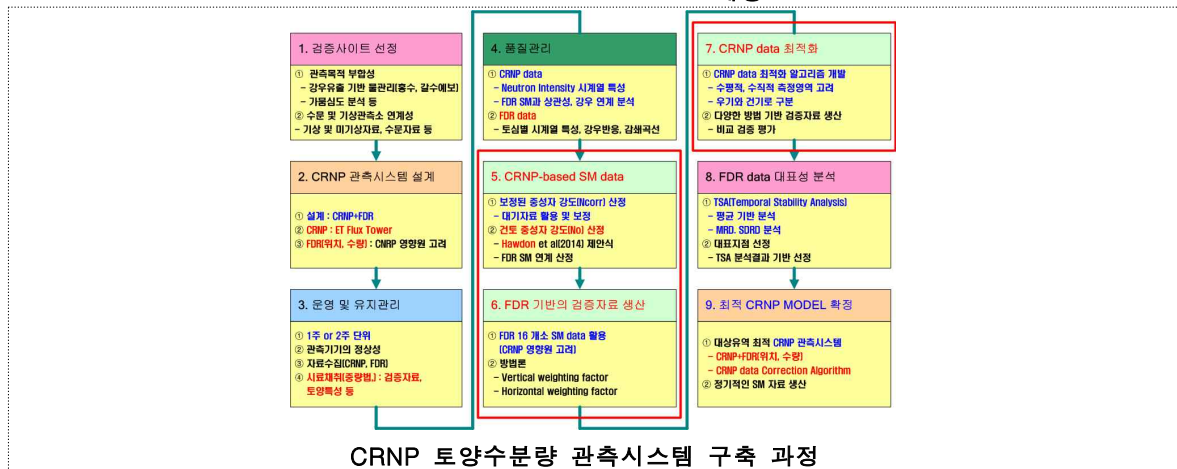
면단위 토양수분량 계측 시스템 설계 개발을 통한 토양수분량 자료의 활용성 증대

- 면단위 토양수분량 관측망 구축 기법의 제시를 통한 국가 수문조사기술의 선진화
- 위성자료의 검증 및 보정에 유용한 공간대표성이 뛰어난 면단위 토양수분량 계측 시스템 설치 및 운영을 촉진

경제적 효과

계측 시스템의 체계적인 설치 방안과 고품질 자료 생산방안의 제시를 통한 관측소 설치 및 운영 비용 절감

- 체계적인 설치 방안 제시를 통해 관측소 구축 과정에서 발생하는 실패비용을 최소화
- 자료의 생산 및 품질관리 방안을 제시하여 고품질 자료를 생산해 홍수 및 가뭄, 산불 예측에 활용하면 재난피해로 인해 발생하는 사회적 비용을 절감할 수 있을 것이라 예상

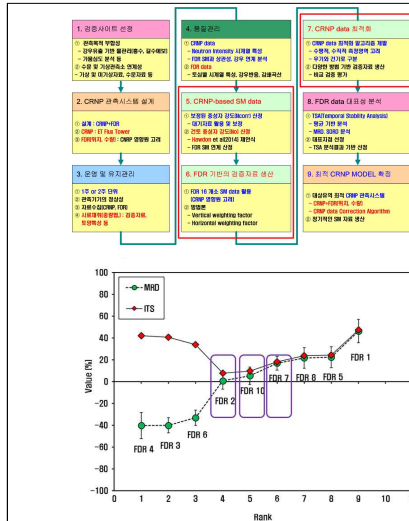


□ 기술활용 실적 및 기술내용

활용실적

-
-

기술내용



- CRNP와 유전율식 장비를 활용하는 토양수분량 계측 시스템의 설치 및 운영의 가이드라인 제시
- 시간안정성해석(TSA)기법을 활용하는 대표성 분석 방법을 통한 최적의 지점 선정방법 제시
- 시험유역의 선정부터 관측소 유지관리, 자료의 수집과 품질관리, 시스템 최적화 방안 등에 이르기까지 전반적인 사항의 가이드라인 제시

□ 수요처 및 권리현황

수요처

수요처	적용처
■ 농촌진흥청	■
■ 산림청	■

권리현황

특허명	특허번호	비고
■		
■		
■		

□ 추가기술정보

기술분류

	■ 기술개념확립 □ 연구실환경검증 □ 시제품제작 □ 실제환경검증 □ 신뢰성평가 □ 상용품제작 □ 사업화
기술수준	

시장전망

□ 문 의

관리자	- 국토교통과학기술진흥원 - 창업사업화지원실(031-389-6322, 6343) - techbiz@kaia.re.kr
연구자	- 한국수자원조사기술원 - 성명 김기영 - 연락처 010-9259-4483 - 이메일 kykim@kihs.re.kr

유전율식 토양수분량 관측 운영 및 평가 기법

□ 기술개요

신뢰도 높은 자료를 생산하기 위하여 다양한 토양수분량 관측방법별로 자료의 검토 및 관측기술 평가를 수행할 수 있는 방법을 제시하였으며, 토양수분량 자료와 강우, 유출, 유량, 지하수위 자료를 연계하여 물 수지를 분석하는 방법을 제시함.

□ 기존 기술의 문제점

- ① 관측 방법에 따른 평가 방법과 관측 방법별 비교 방법 미흡
- ② 육림 및 작물에 관한 목적으로만 쓰여 토양수분량 자료의 활용처가 제한적
- ③ 수문순환을 통합적으로 평가하는 기법에 대한 연구가 미비

□ 기술의 차별성 및 효과

차별성

경험적 공식에 의해 이루어져 온 토양수분량 측정 방법의 평가를 정량화된 데이터를 바탕으로 수행함

기술적효과

정량화된 강우, 증발산, 유출, 저류량과 토양수분량을 연계한 물수지 분석을 통한 관측방법의 평가와 토양수분량 자료의 활용방안 제시

- 관측한 토양수분량 자료의 적정성을 물수지 분석을 바탕으로 평가
- 물수지 분석을 이용한 토양수분, 저류량, 유출특성의 분석방법 제시

경제적 효과

물수지 분석을 활용한 유출특성 분석으로 홍수 피해로 인한 사회적 비용을 절감

- 강우, 유출, 증발산, 토양저류량 및 토양수분량을 종합적으로 구분하는 물수지 분석을 활용해 유출특성을 분석.
- 유출특성 분석결과를 바탕으로 침투 수위 도달시간을 파악하여 홍수 예측에 활용
- 홍수 예측 정확성 향상을 통해 홍수 피해로 인해 발생하는 사회적 비용을 절감

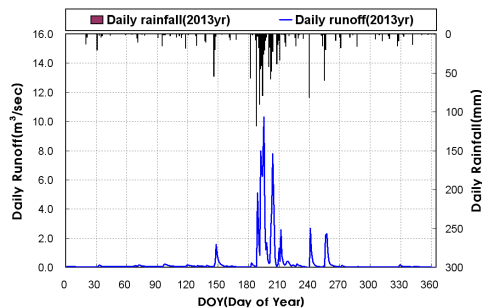
□ 기술활용 실적 및 기술내용

활용실적

-
-
-

기술내용

location of TDR sensors	$\Delta S(S_2 - S_1)$ (%)		soil depth (d, m)	variation depth of soil moisture content (m)		variation content of soil moisture content(m ³)	
	2013yr	2014yr		2013yr	2014yr	2013yr	2014yr
TDR sensor (10cm)	-1.38	-0.61	0.2	-0.003	-0.001	-23,461.33	-10,275.76
TDR sensor (30cm)	-2.22	-0.22	0.2	-0.004	-0.0004	-37,594.67	-3,791.06
TDR sensor (50cm)	-3.36	-1.61	0.4	-0.013	-0.006	-113,914.67	-54,580.36
total(Average)	(-2.32)	(-0.81)	0.8	-0.020	-0.008	-174,970.67	-68,647.19



- 토양수분을 비롯하여 강우, 유량, 증발산량, 지하수위 등의 수문관측자료를 이용한 물수지 분석을 수행하여 토양수분량 자료의 적정성을 평가
- 물수지 분석을 통한 유출특성 분석으로 첨두 유량 도달시간을 연구

□ 수요처 및 권리현황

수요처

수요처	적용처
■ 홍수통제소	■
■ 한국수자원공사	■

권리현황

특허명	특허번호	비고
■		
■		
■		

□ 추가기술정보

기술분류

- 기술개념확립
- ☐ 연구실환경검증
- ☐ 시제품제작
- ☐ 실제환경검증
- ☐ 신뢰성평가
- ☐ 상용품제작
- ☐ 사업화

기술수준

시장전망

□ 문 의

관리자

- 국토교통과학기술진흥원
- 창업사업화지원실(031-389-6322, 6343)
- techbiz@kaia.re.kr

연구자

- 한국수자원조사기술원
- 성명 김기영
- 연락처 010-9259-4483
- 이메일 kykim@kihs.re.kr