

[별지 제1호서식]

(제1쪽)

공무원제안서			
① 제목	꽁꽁 얼어붙은 농작물 위로, 레이저가 스캔합니다!		
② 제출기관	수도권기상청 관측과		
③ 불공정, 동일·유사 여부 등 점검	<input type="checkbox"/> 기상청이 수행하는 용역사업 등에서 파생한 것이 아닌 순수한 본인의 아이디어인가? [ <input type="checkbox"/> ] <input type="checkbox"/> 기상청이 이미 시행중인 사항이거나 기본 구상이 유사한가? [ <input type="checkbox"/> ] <input type="checkbox"/> 기상청이 이미 채택했던 제안과 내용이 동일한가? [ <input type="checkbox"/> ] <input type="checkbox"/> 기상청의 사무에 관한 사항인가? [ <input type="checkbox"/> ] <input type="checkbox"/> 단순 주의환기·진정·비판 또는 건의이거나 불만의 표시인가? [ <input type="checkbox"/> ]		
④ 주제안자	성명		
	생년월일		
	기여도(%)	55	
⑤ 공동제안자	성명	생년월일	기여도(%)
			45
⑥ 처리 상황 공개 여부	<input type="checkbox"/> 공개 [ ] 비공개(제목 및 채택 여부 제외)		
⑦ 처리 결과 통보방식	<input type="checkbox"/> SMS(문자 메시지)	휴대전화번호:	
	[ ] 전자우편	전자우편주소:	
	[ ] 우편	주소:	
<p>「공무원 제안 규정」 제5조 및 「공무원 제안 규정 시행규칙」 제2조제1항에 따라 제안서를 제출합니다.</p> <p style="text-align: right;">2024년 5월 10일</p> <p style="text-align: center;">주제안자 (서명 또는 인)</p> <p style="text-align: center;">기상청장 귀하</p>			
<p>※ 행정기관의 홈페이지 등 제안자의 신원을 확인할 수 있는 전자적 방법으로 제출하는 경우에는 제안자의 서명을 생략할 수 있습니다.</p>			

⑧ 현황과 문제점

- 서리는 대기 중의 수증기가 승화 작용에 의해서 지면이나 지상에 얼음의 결정체로 붙어 있는 현상을 말하며, 식물의 세포조직이 동결이나 저온에 의하여 손상될 수 있으므로 **농작물에 피해를 줌**

※ 서리는 야간 복사냉각과 바람이 없고 적당한 습도의 기상환경에서, 지표면 근처 공기의 온도가 이슬점 이하로 내려가고 지표면이 0℃ 이하일 경우 발생

**NEWSIS**  
 경북도, 지난 5~6월 서리·우박 피해액  
 158억·35억원 집계



**KBS 뉴스**  
 나주 금천면·봉황면 '농작물 냉해'  
 첫 특별재난지역 선포



**저온 및 서리피해 예방대책**

**피해조짐**

- 꽃이 핀 후 저온피해를 받으면 열매가 작아지고 낙과가 증가하며, 성숙한 과일이 죽어 병해충이 발생
- 꽃이 떨어진 후 피해가 심하면 어린 과실이 죽고 낙과로 1~2주 수확이 지연

수확 후 관리: 수확 후 건조, 수확 후 포장, 수확 후 포장

수확 후 관리: 수확 후 건조, 수확 후 포장, 수확 후 포장

- 서리관측과 연관되는 대기 중의 온도, 습도, 강수감지 등의 관련 기초기술은 이미 상당한 수준에 도달해 있으나, 서리를 자동관측하는 장비는 정확도가 낮아 현업에 활용하지 못하고 있음

※ 서리자동관측장비: (외국산)캠벨 서리센서(LWS 237): 표면 위의 물과 얼음 감지

※ 수도권 유인 서리관측 4개소(서울, 수원, 인천, 백령도)

- 기상청에서는 겨울철 빈번하게 발생하는 대설관측을 위해 **레이저 적설계**를 운영하고 있으나, **동절기에만 사용하고 봄부터 가을까지 사용하고 있지 않음**

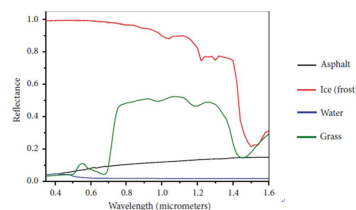
※ 레이저 적설계 운영: 수도권 97개소, 전국 599개소

◆ **[근거 논문]** 도로의 얼어붙고 젖은 표면을 감지하기 위한 레이저 후방 산란 강도의 특성  
 (Characteristics of Laser Backscattering Intensity to Detect Frozen and Wet Surfaces on Roads, 인천대학교 신정길)

※ 수신강도 감소: 얼음(서리)은 파장 0.4m~1.4m에서 반사율 80% 이상, 아스팔트는 전체 파장에서 5%~12%, 물은 0.5~0.5m에서 0.5% 감소



매끄러움 표면(정반사) 거친표면(확산반사)



대상별 스펙트럼 굴절 곡선

◆ **[레이저 적설계 활용]** 레이저 펄스를 전송하고 적설판 표면에서 후방 산란 레이저 펄스를 수신하는데, 이때 수신 강도는 **표면의 유형에 따라 다르게 다르게 감지됨**

- 서리현상은 전국 유인관측소 24개소에서 관측하고 있고 대부분 도심지에 위치하고 있어 서리관측이 필요한 농촌지역에는 공백 상태임. 레이저 적설계 운영 599개 지점을 활용하여 전국에서 서리를 자동관측할 수 있음

⑨ 개선방안

- 기존 장비(레이저 적설계)를 활용한 자동서리관측 시스템 구축
  - 레이저 펄스를 적설판에 전송하고 수신하여 강도(신호대잡음비, SNR)를 측정할 수 있도록 소프트웨어 업그레이드(수도권 레이더적설계 3대, `24년 4월)
  - 실내와 현장실험을 통해 서리관측을 증명하고, 시범운영을 통해 서리관측 안전성 확보
    - ※ 실내실험(자체실험, 과학원 구름챔버 실험, `24년 5월~6월), 현장실험(2개소, `24년 7월~11월), 수도권기상청 관내 적설관측망 97개소 시범운영(`25년 2월~11월) → 전국 확대(관측기반국 시행)
- 자동 서리 관측을 통해 농민에게 서리정보를 서비스함으로써 농업 생산성 증대
  - 서리 관측을 통해 서리 기상정보 서비스 생산·제공으로 농산물 서리피해 방지 지원

⑩ 기대효과

- 정량적 기대효과: 구축비 약 18억원, 인건비 920억원 대체
  - 서리센서 구축 비용: 17억 9천 7백만원
    - ※ 서리센서 구입 1대 300만원 × 적설계 599대 = 1,797백만원
- 정성적 기대효과: 서리로 인한 농작물 피해 저감으로 적정 소비자 물가 유지
  - 유인 서리관측소 운영: 575개 관측소 유인화 효과
    - ※ [적설관측소(599) - 유인관측소(24)] × 교대근무(4인) = 2,300명 증원 효과
  - 봄철 과일, 채소 등 농작물의 생산성 증대로 농가 생산력 증가
  - 안정적 농업 물가 유지로 소비자 적정가격 구입

첨부서류	1. 제안내용 설명서(필수) 2. 실시 계획서(필수)
------	----------------------------------

작성 방법

- ① 제안 제목: 제출하려는 공무원제안의 내용을 함축적으로 요약한 제목을 적습니다.
- ② 제출기관: 공무원제안을 제출할 행정기관을 적습니다.
- ③ 불공정, 동일·유사 등 여부: 제안자 스스로 제안의 순수성, 동일·유사성이 있는지를 점검하고 해당 부분[0,X]에 ✓ 표시합니다.
- ④ 주제안자: 공무원제안 수립에 가장 큰 기여를 한 사람으로서, 공동 제안자와 기여도가 동일할 경우 제안자 간 합의를 통해 결정한 후 적습니다.
- ⑤ 공동제안자: 공동으로 공무원제안을 수립한 경우에 작성합니다.
- ⑥ 처리 상황 공개 여부: 인터넷을 통한 공무원제안의 접수 및 처리 상황의 실시간 공개 여부를 결정해 ✓ 표시합니다.
- ⑦ 처리 결과 통보방식: 공무원제안의 접수 및 처리 상황을 통보받을 수단을 결정해 ✓ 표시하고, 표시한 수단의 세부 연락처를 적습니다.
- ⑧ 현황과 문제점: 공무원제안 내용과 관련된 행정 운영의 현황과 문제점을 구체적으로 적습니다.
- ⑨ 개선방안: 문제점을 해결할 수 있는 창의적인 방안을 구체적으로 적습니다.
- ⑩ 기대효과: 개선방안을 적용했을 때 예상되는 효과를 적습니다.

210mm×297mm(보존용지(2종) 70g/m<sup>2</sup>)

2024년도 제안경진대회

## 제안명 : 뽕뽕 얼어붙은 농작물 위로, 레이저가 스캔합니다!

### 《국.기관명 : 수도권기상청》

발표자	
제안제목	뽕뽕 얼어붙은 농작물 위로, 레이저가 스캔합니다!
개요	서리현상은 전국 유인관측소 24개소에서 관측하고 있고 대부분 도심지에 위치하고 있어 서리관측이 필요한 농촌지역에는 공백 상태임. <b>레이저 적설계 운영 599개 지점을 활용하여 전국에서 서리를 자동관측할 수 있음</b> (현황) 서리관측과 연관되는 대기 중의 온도, 습도, 강수감지 등의 관련 기초기술은 이미 상당한 수준에 도달해 있으나, 서리를 자동관측하는 장비는 정확도가 낮아 현업에 활용하지 못하고 있음
현황 및 문제점	(문제점) 기상청에서는 겨울철 빈번하게 발생하는 대설관측을 위해 레이저 적설계를 운영하고 있으나, 동절기에만 사용하고 봄부터 가을까지 사용하고 있지 않음 ※ 레이저 적설계 운영: 수도권 97개소, 전국 599개소
개선방안 (개선내용)	○ 기존 장비(레이저 적설계)를 활용한 <b>자동서리관측 시스템 구축</b> - 레이저 펄스를 적설관에 전송하고 수신하여 강도(신호대잡음비, SNR)를 측정할 수 있도록 소프트웨어 업그레이드(레이더적설계 3대, '24년 4월) - 실내와 현장실험을 통해 서리관측을 증명하고, 시범운영을 통해 서리관측 안전성 확보 ※ 실내실험(자체실험, 과학원 구름챔버 실험, '24년 4월-6월), 현장실험(27개소, '24년 7월-11월), 수도권기상청 관내 적설관측망 97개소 시범운영('25년 2월-11월) → 전국 확대(관측기반국 시행) ○ 자동 서리 관측을 통해 <b>농민에게 서리정보를 서비스함으로써 농업 생산성 증대</b> - 서리 관측을 통해 서리 기상정보 서비스 생산.제공으로 농산물 서리피해 방지 지원
기대효과 (개선성과)	○ 예산절감액 : 시스템 구축비 <b>약 18억원 절감</b> - 서리센서 구축 비용: 17억 9천 7백만원 ※ 서리센서 구입 1대 300만원 × 적설계 599대 = 1,797백만원 ○ 국고 또는 조세수입증대액 : 민간기술 이전 비용 및 수출 기여 ○ 행정개선효과 : 서리로 인한 농작물 피해 저감으로 <b>적정 소비자 물가 유지</b> - 유인 서리관측소 운영: <b>575개 관측소 유인화 효과</b> ※ [적설관측소(599) - 유인관측소(24)] × 교대근무(4인) = 2,300명 증원 효과 - 봄철 과일, 채소 등 농작물의 생산성 증대로 농가 생산력 증가 - 안정적 농업 물가 유지로 소비자 적정가격 구입
조치사항	■ 관련규정 개정( )      ■ 인력추가 지원( )      ■ 예산확보.지원( ) ■ 업무프로세스 조정(○)      ■ 관련기관 협의( )      ■ 기타( )

2024년도 제안경진대회

## 제안명 : 퐁퐁 얼어붙은 농작물 위로, 레이저가 스캔합니다!

2024. 5. 10.

소속직급성명

# 제목: 끄끄 얼어붙은 농작물 위로, 레이저가 스캔합니다

“서리! 이제 관측할 수 있습니다”는  
국민이 체감하는 서리관측 시스템을 만들고  
적극 행정으로 국민의 필수 농작물 물가 잡겠습니다.

## 1 추진 배경

- 서리는 대기 중의 수증기가 승화 작용에 의해서 지면이나 지상에 얼음의 결정체로 붙어 있는 현상을 말하며, 식물의 세포조직이 동결이나 저온에 의하여 손상될 수 있으므로 농작물에 피해를 줌

▶ 서리는 야간 복사냉각과 바람이 없고 적당한 습도의 기상환경에서, 지표면 근처 공기의 온도가 이슬점 이하로 내려가고 지표면이 0℃ 이하일 경우 발생



## 2 현황과 문제점

- 서리관측과 연관되는 대기 중의 온도, 습도, 강수감지 등의 관련 기초기술은 이미 상당한 수준에 도달해 있으나, 서리를 자동관측하는 장비는 정확도가 낮아 현업에 활용하지 못하고 있음

※ 서리자동관측장비: (외국산)캠벨 서리센서(LWS 237): 표면 위의 물과 얼음 감지

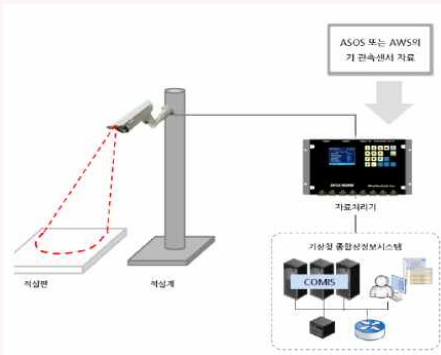
※ 수도권 유인 서리관측 4개소(서울, 수원, 인천, 백령도)

- 기상청에서는 겨울철 빈번하게 발생하는 대설관측을 위해 레이저 적설계를 운영하고 있으나, 동절기에만 사용하고 봄부터 가을까지 사용하고 있지 않음

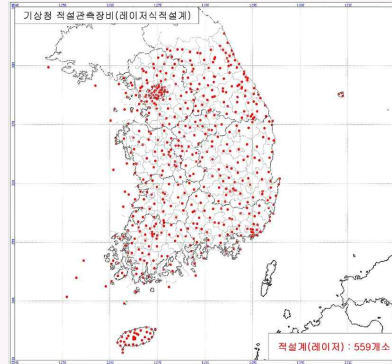
※ 레이저식적설계 운영: 수도권 97개소, 전국 599개소

○ 기상청 적설 관측망 개념

- 눈 표면상 원형의 궤적을 따라 36지점을 거리 측정후 평균값 산출



적설관측 구성도



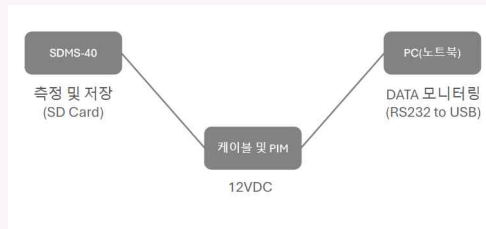
기상청 적설관측망

○ 서리관측 개념

- 서리 표면상 원형의 궤적을 따라 36지점을 강도 측정후 평균값 산출



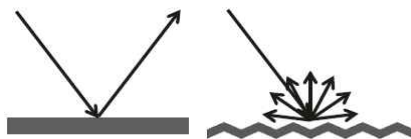
장비 구성



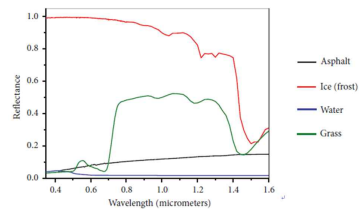
자료처리 구성

◆ [근거 논문] 도로의 얼어붙고 젖은 표면을 감지하기 위한 레이저 후방 산란 강도의 특성 (Characteristics of Laser Backscattering Intensity to Detect Frozen and Wet Surfaces on Roads, 인천대학교 신정길)

※ 수신강도 감소: 얼음(서리)은 파장 0.4m~1.4m에서 반사율 80% 이상, 아스팔트는 전체 파장에서 5%~12%, 물은 0.5~0.5m에서 0.5% 감소



매끄러움 표면(정반사) 거친표면(확산반사)



대상별 스펙트럼 굴절 곡선

◆ [레이저 적설계 활용] 레이저 펄스를 전송하고 적설판 표면에서 후방 산란 레이저 펄스를 수신하는데, 이때 수신 강도는 표면의 유형에 따라 다르게 다르게 감지됨

### 3

## 개선 내용

### 서비스 개선 방향

- ❖ 기상청에서는 국민의 안정적 생활을 위하여 서리정보를 선제적으로 제공  
→ 새로운 서리 구축망을 물리적으로 구축하지 않아도, 기존 적설 관측망을 활용하여 서리 관측망을 구축하고 국민이 체감하는 서리방재시스템으로 국민 생활에 선도적 대응

### □ 레이저 적설계 소프트웨어 업데이트로 서리관측 장비로 전환

- 현재 설치된 레이저 적설계를 소프트웨어 부분 업데이트를 통해, 레이저 반사 강도 기능 추가
- 물·눈·얼음일 때, 레이저 반사 강도 차이를 분석 및 기록하여, 적설판에 관측 요소의 물 상태를 파악

```
Expert Admin Mode...
interval: 0-> temp interval: 0
current pi: 0
current pi: 1

2024-04-04 12:00 [S] new interval: 1

2024-04-04 12:00 reading data on 36 points ->

time out while reading from laser for ! ...
1) 76.8 2) 73.1 3) 76.7 4) 69.3 5) 63.1 6) 62.2
7) 59.2 8) 57.5 9) 55.1 10) 55.1 11) 52.5 12) 48.9
13) 50.5 14) 56.8 15) 55.6 16) 66.1 17) 65.0 18) 68.9
19) 72.1 20) 71.8 21) 69.8 22) 72.1 23) 68.8 24) 69.9
25) 64.0 26) 60.0 27) 56.8 28) 49.0 29) 53.0 30) 49.4
31) 49.6 32) 53.4 33) 51.8 34) 58.0 35) 59.5 36) 50.3

2024-04-04 12:00 <current> [avg] 60.9 [max] 78.7 [min] 48.9 [dev] 8.7 [acor] 0.8 [P] 768 731 787 693 631 622 592 575 551 551 525 489 505
568 556 661 650 689 721 718 698 721 688 699 640 600 568 490 530 494 496 534 518 580 595 503

❖ 포맷
yyyy-mm-dd hh:mm <current> [avg] 평균 [max] 최대값 [min] 최소값 [dev] 표준편차 [acor] 자기상관관계 [P] 포인트값
❖ 명령어
@i: 측정주기 변경 ex) @11 =매분관측, @i0 =관측X, @i5 =5분 주기 관측
```

### □ 실험실, 현장 실험을 통해 서리관측 검증

적설판실험 → 서리측정실험 → 구름물리챔버실험(과학원) → 현장실험(2개소) → 시범사업(97개소)

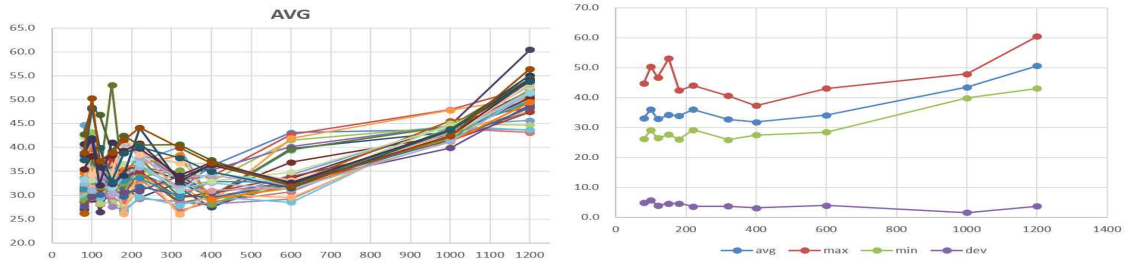
#### ○ 적설판 실험

##### ① 관측 표면 조건(실험기간 2024.4.22.~5.8.)

- 거칠고 다공성이 있는 표면은 공기 중 습기를 더 많이 포착하므로 미세한 물방울이 결로되기 시작하는 물리적 장소가 많아져 이슬점 도달 시 서리가 형성되기 쉬움
- 표면 거칠기에 따른 후방 산란 수신 비율 차이를 분석하여 관측 표면



## 조건에 따른 상관관계 분석



표면 거칠기에 따른 수신 강도 변화 데이터 예시(단위 : Cw)

### ② 일조량 및 대기 조건(실험기간 2024.6. 예정)

- 태양광 강도와 방향에 따라 표면에서 반사되는 빛의 양이 변화하므로, 일조량 변화에 따른 펄스 수신 강도 분석
- 대기 중 입자의 양이 많을수록 레이저 펄스의 수신 감쇠율이 증가하므로, 대기 조건 변화에 따라 수신 강도 분석

### ○ 서리측정 실험

- 적설판 표면에서의 물 상태 변화를 정밀하게 판별하기 위해 레이저 펄스 수신 강도에 영향을 줄 수 있는 요인을 세 가지로 분류

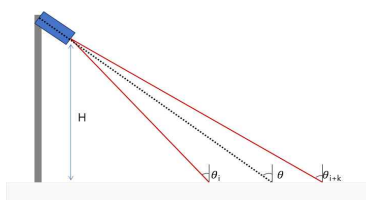
#### ① 실험 조건

- 장비: 적설계(모델명 SDMS-40, 일련번호 SD0L-22-0002)  
온습도계(모델명 VAISALA 170, 일련번호 N4750005)  
온습도센서(모델명 HMP155, 일련번호 P0220459)



- 실험장소/일시: 수도권기상청 측기실, 2024.5.9
- 실험환경: 온도 21 °C ~ 23 °C, 상대습도 48%R.H., 적설판 온도 - 1 °C ~ -25 °C
- 적설판 하단에 드라이아이스 설치

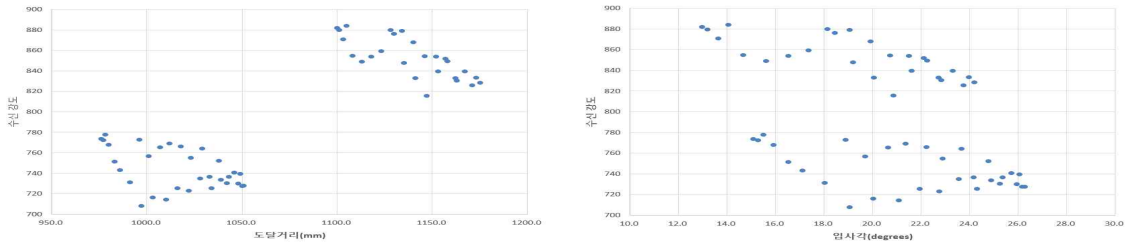
#### ② 레이저 적설계 설치 조건



II II II



- 레이저 적설계는 한 점의 센서에서 원뿔형으로 레이저 펄스를 전송하므로, 적설계 설치 높이와 각도에 따라 센서로부터 36지점까지 도달 거리와 입사각이 변화
- 도달 거리에 따른 강도 감쇠 효과와 입사각에 따른 후방 산란 수신 비율 차이를 분석하여 레이저 적설계 설치 조건에 따른 상관관계 분석

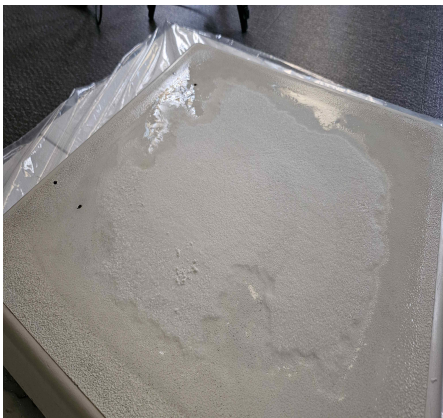


도달거리와 입사각에 따른 수신 강도 변화 데이터 예시(단위 : mm, °)

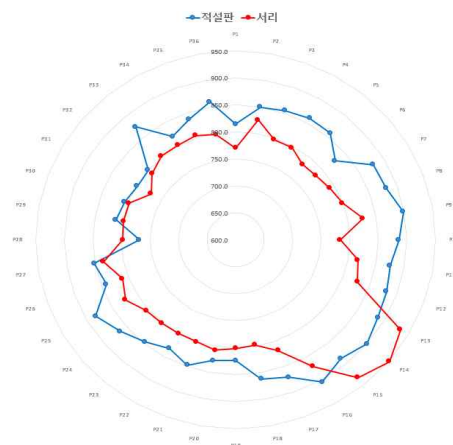
### ③ 레이저 적설강도 추정: 서리 분포에 따른 레이저 강도 변화 확인

- ◆ (실험계획) 이슬, 서리 생성 환경을 모의하여 적설판 표면에서의 물 상태 변화에 따른 펄스 수신 강도 변화 관찰
- ◆ (적설판 재질) 사용 중인 적설판은 섬유 강화 플라스틱(FRP) 소재로 만들어졌으며 외부 표면을 겔코트\*(Gelcoat)로 코팅함
- ※ 표면이 매끄럽고 방수성·비밀리성이 높으며 열전도성이 낮음

- 낮은 표면 온도, 높은 상대습도에서 서리가 생성될 확률이 높으므로, 드라이아이스를 이용하여 적설계 표면 온도 -10~-20℃로 냉각시키고, 상대습도 50~70%로 유지하여 적설계 표면 위에서 물 상태 변화와 수신 강도 차이 관찰



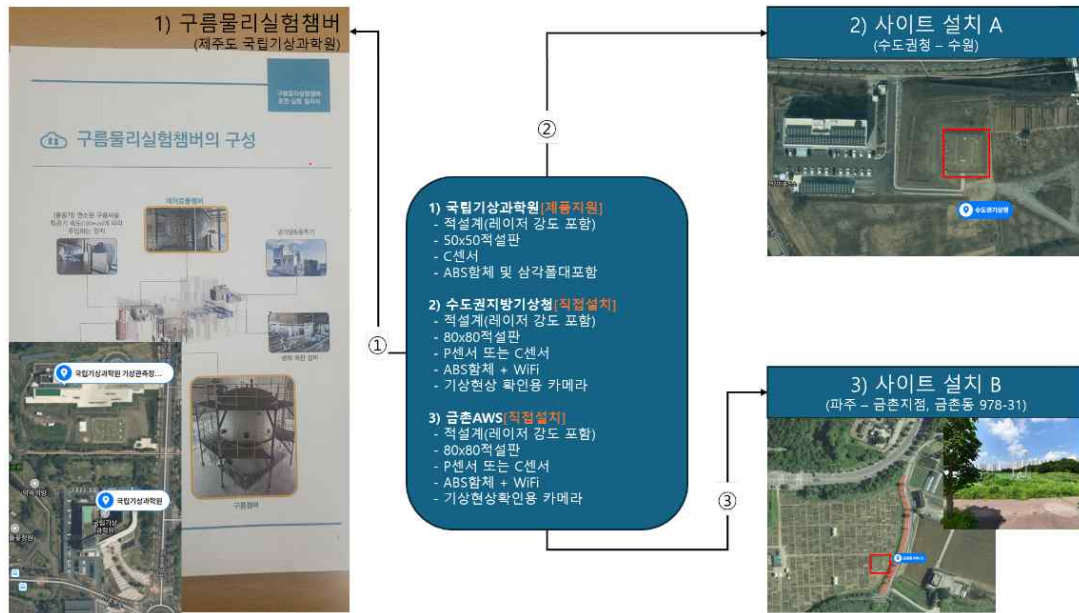
수증기 → 서리



적설판-서리 수신 강도 데이터

- (결과) 서리 현상에 따른 레이저 강도 변화 확인, 실험환경이 열악하여 적설판 위의 서리분포 불균질로 36개 측정값 중 4개 서리 강도값 오류

○ 구름물리챔버실험, 현장실험, 시범사업 계획



□ 자동 서리관측을 통해 농민에게 서리정보를 서비스

- 서리관측정보 수집체계 구축(자료구조, 통신방법 등 제안)
- 서리관측정보 서비스 체계 구축
- 서리에 민감한 농산물 관련 유관기관 및 산업에 서비스 제공

**4 기대효과**

□ 정량적 기대효과: 구축비 약 18억원 절감

- 서리센서 구축 비용: 17억 9천 7백만원
- ※ 서리센서 구입 1대 300만원 × 적설계 599대 = 1,797백만원

□ 정성적 기대효과: 서리로 인한 농작물 피해 저감으로 적정 소비자 물가 유지

- 유인 서리관측소 운영: 575개 관측소 유인화 효과
- ※ [적설관측소(599) - 유인관측소(24)] × 교대근무(4인) = 2,300명 증원 효과
- 봄철 과일, 채소 등 농작물의 생산성 증대로 농가 생산력 증가
- 안정적 농업 물가 유지로 소비자 적정가격 구입

[별지 제2호서식]

## 공동제안 업무분담내용 기술서

(제5조 관련)

제안자	기여도(%)	업무분담내용
	55	제안 아이디어 구상 및 보고서 작성 현장실험 및 시범운영
	45	실험자료 분석 및 서리·이슬·적설 등 임계값 설정 적설면 분석을 통한 적설판 표준화

[별지 제3호서식]

<b>채택제안 실시계획서</b>	
제안제목 (제안자)	공공 얼어붙은 농작물 위로, 레이저가 스캔합니다!
제안 처리부서 (국/소속기관명-부서명)	수도권기상청 관측과
실시자	
실시 예정시기	2025.2.~11
실시내용	수도권기상청 적설관측망을 서리관측망으로 확대
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정량적 효과: 시스템 구축비 약 18억원 절감               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 서리센서 구축 비용: 17억 9천 7백만원</li> </ul> </li> <li>○ 정성적 효과 : 서리로 인한 농작물 피해 저감으로 <b>적정 소비자 물가 유지</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유인 서리관측소 운영: <b>기상관측소 유인화 효과</b></li> <li>- 봄철 과일, 채소 등 농작물의 생산성 증대</li> <li>- 안정적 농업 물가 유지로 소비자 적정가격 구입</li> </ul> </li> </ul>
실시에 필요한 검토사항 (예산확보, 법령정비, 관계기관 협의를, 민원발생 여부 등)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 서리관측망과 적설관측망 표준화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적설판 및 검정방법 고시 개정</li> </ul> </li> </ul>