

위험관리 NEWS LETTER

기업위험관리실
2024 Vol. 05

포커스 리뷰

- 자연재난 분석 및 위험전망 - 한파/폭설
- 적설하중 기반 대설 위험지역 분석
- 기후변화로 인한 난기류 리스크
- 싱크홀과 포트홀의 사고 원인 및 저감 대책
- 치매 조기진단 기술의 발달

정책 동향

법령 동향



더많은뉴스를보기



포커스 리뷰

사회적 이슈 및 위험관련 사항에 대한 기술적인 분석과 대응방안을 제안합니다.



[자연재난 분석 및 위험전망 - 한파/폭설]

- 2023년 우리나라는 대체로 평년보다 높은 기온을 유지하며 따뜻한 겨울이었음. 2024년도 초겨울에는 차고 건조한 북풍 유입으로 평년보다 기온이 낮고 강수량이 적을 전망이지만, 전체적으로는 따뜻한 겨울철이 될 것으로 전망됨.

[적설하중 기반 대설 위험지역 분석]

- 본고에서는 수분 함량과 압축 효과를 고려하여 적설하중 산정 방식을 제안하였음. 리스크 매트릭스를 통해 대설 위험이 높은 지역을 분석하였으며 그 결과 강원도 지역과 전라도 지역의 대설 위험이 가장 높게 나타남.

[기후변화로 인한 난기류 리스크]

- 최근 5년간 전 세계 항공 사고의 61%, 국내 항공 사고의 67%가 난기류로 인해 발생했으며, 기후변화로 난기류의 빈도와 강도가 더욱 심각해지고 있음. EDR 측정 결과, 한국 출발 노선 중 카트만두와 뉴델리 노선에서 난기류가 심한 것으로 확인됨.

[싱크홀과 포트홀의 사고 원인 및 저감 대책]

- 최근 싱크홀과 포트홀 현상이 증가하고 있으며 이는 인명 피해와 재산 피해로 이어질 가능성이 크기 때문에, 이를 예방하는 기술의 개발 및 적용이 필요함. 이에 지표투과레이더 싱크홀 점검, AI 기반 포트홀 탐지 시스템, 지하공간 안전관리 시스템 구축 등 새로운 기술들이 사고 예방을 위해 도입되고 있음.

[치매 조기진단 기술의 발달]

- 2024년 기준 국내 65세 이상 치매 환자 수는 105만 명으로, 총 노인인구의 10.5%에 해당. 치매 전 단계인 경도인지장애 단계부터 진단과 관리가 중요하지만, 검사의 시간·비용적 어려움으로 조기진단에 대한 관심이 적음. 이에 대한 대안으로 기존 진단 방법보다 간편하지만 정확도는 크게 떨어지지 않는 치매 조기진단 기술이 개발되고 있음.

자연재난 분석 및 위험전망 - 한파/폭설

1. '23년 겨울철 전 지구 기후 특징 및 재해

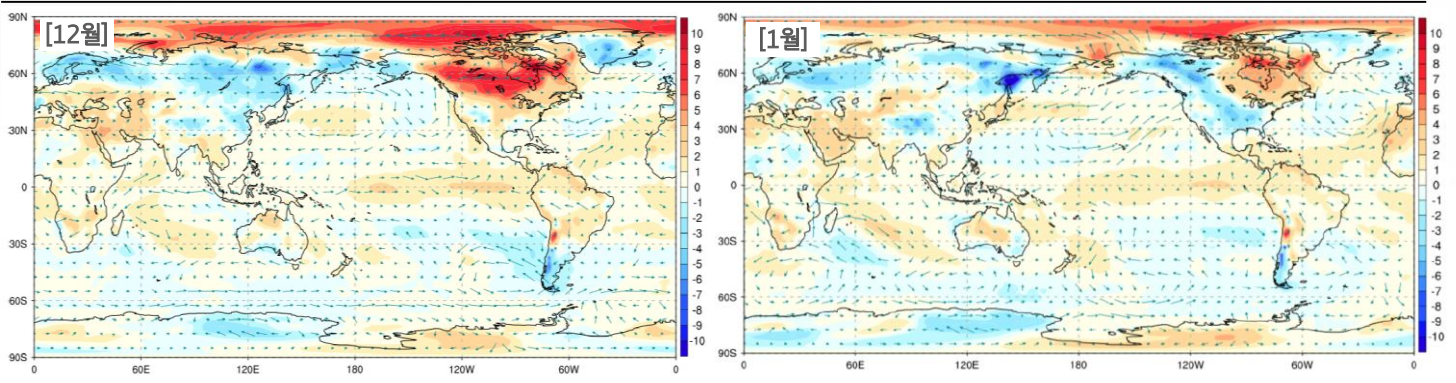
■ '23년 겨울철 전 지구 기후 특징 및 재해

'23년 전 지구 기후 특징 :

- 겨울철 전세계 평균 기온이 평년대비 높았음
- 전세계 평균 강수량은 평년대비 적었음
- 일부 국가에서 한파 및 강수로 인한 피해 발생

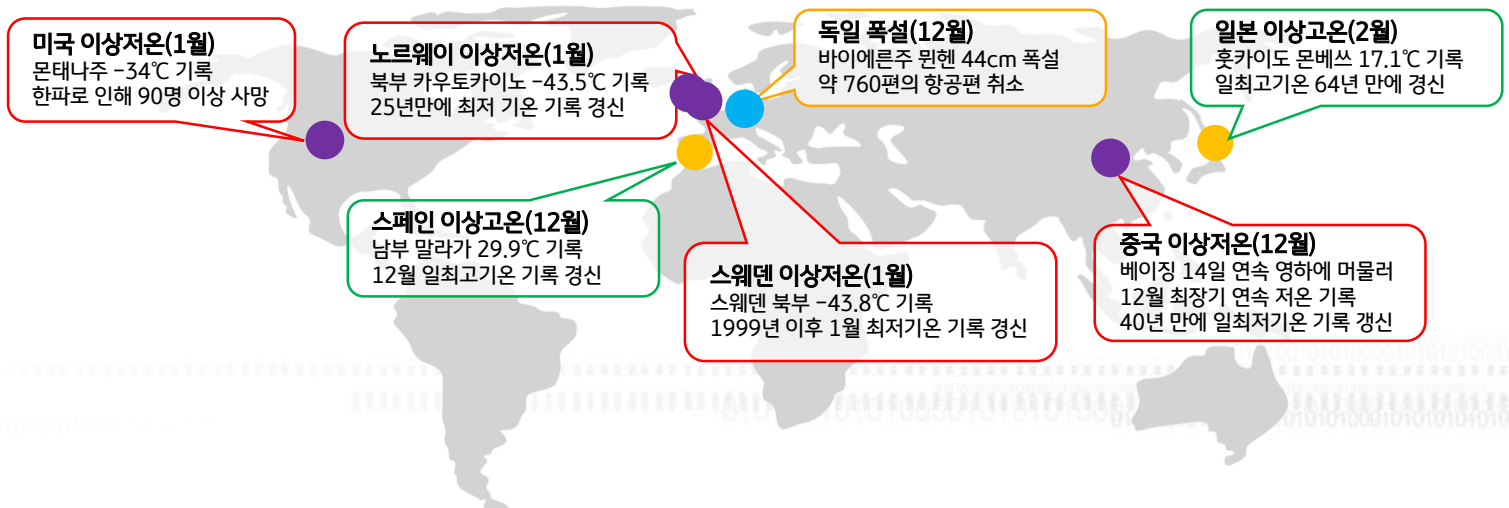
- 세계기상기구(WMO) 발표에 따르면, '23년 전 지구 평균기온은 산업화 이전(1850~1900년) 수준보다 약 1.45(1.33~1.57)℃ 높아, 가장 따뜻한 해로 기록 되었다.
- '23년 중반 이후 기온 상승은 엘니뇨의 영향을 받은 것으로 분석되었고 겨울철(12월~2월) 평균기온은 약 12.9~13.3℃로 평년대비 약 0.4~0.6℃로 높았다(그림 1).
- 12월 유럽 전역에서 이상 고온이 발생하여 곳곳에서 20.0℃를 넘어섰고, 월 최고기온 기록을 경신하였다. 특히 스페인, 스위스, 프랑스 등의 지역에서 가장 높은 기온을 기록하였으며 이러한 현상으로 인해 눈이 내리지 않아 스키장 운영이 줄어들었다.
- 12월~2월간 전세계 평균 강수량은 평년대비 약 3.1~4.3mm 적었지만 우리나라를 비롯한 일부 나라에서 평년대비 많은 강수량이 발생하였다.
- 전 세계 이상기후 현황을 검토한 결과, 12월~1월에는 이상저온과 폭설 피해가 있었으나 2월에는 따뜻해진 기후로 인해 큰 피해가 발생하지 않았다(그림2).

그림 1. 전 지구 평균기온 평년편차('23년 12월, '24년 1월)



자료: 기상청

그림 2. '23년 12월 ~ '24년 2월 전 세계 이상기후 현상별 발생 위치



자료: 기상청

● 폭설 ● 이상저온 ● 이상고온

2. '23년 우리나라 겨울철 특징 및 원인

■ 겨울철 한파 특징 및 원인

'23년 겨울철 한파 특징 :

- 역대 가장 컸던 12월 기온 변동성
- 역대 가장 높은 평균 기온을 기록한 2월

- 지난 겨울철은 평년보다 높은 기온을 유지하여 따뜻한 겨울이었으며, 일 평균기온의 차이가 역대급으로 가장 컸을 만큼(12월) 기온 변동성이 심했던 겨울이었다(그림 3).
- 12월 내 일평균기온이 가장 높았던 날(12월 9일, 12.4℃)과 가장 낮았던 날(12월 22일, -8.2℃)의 기온차가 20.6℃로 역대 가장 큰 차이로 기록되었다.
- 1월은 상순과 중순에는 이동성 고기압의 영향을 주로 받아 기온이 높았으며, 22~25일에는 시베리아 영향으로 기온이 낮았다(그림 4).
- 2월은 평균기온이 4.1℃로 평년(1.2℃)보다 높았다. 이는 동쪽에서 고기압 흐름이 발달하여, 우리나라로 따뜻한 남풍이 자주 불어오는 현상으로 인해 높은 기온을 기록했다(표 1).
- ✓ 2월 일평균 기온 극값 경신 주요 지점 : 강릉 16.4℃, 속초 13.5℃, 서울 12.9℃ 등

그림 3. '73~'24년 2월 평균기온 시계열

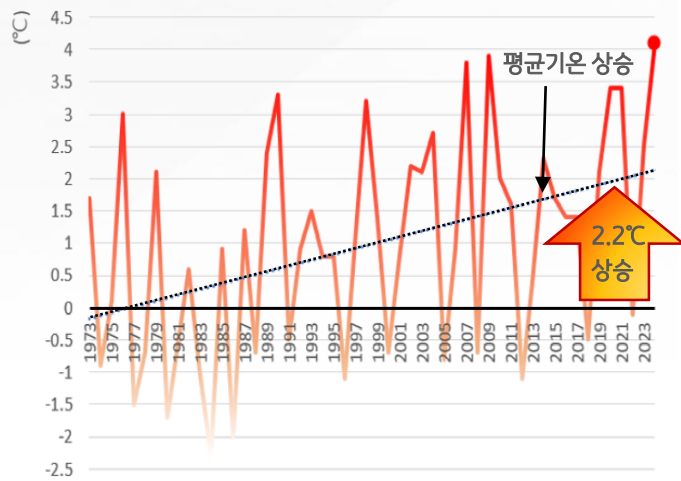
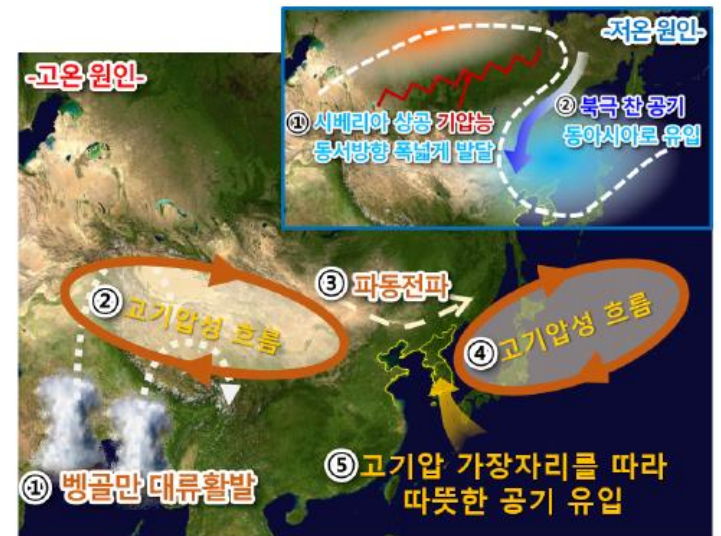


그림 4. '23년 겨울철 우리나라 고온 및 저온 원인 모식도



자료 : 기상청

자료 : 기상청

표 1. '23/'24년 겨울철 기온 요소별 순위('73년~'24년 전국평균)

기상요소 (전국평균)	'23년 12월			'24년 1월			'24년 2월		
	평균값 (℃)	평년값 (편차) (℃)	순위 (상위)	평균값 (℃)	평년값 (편차) (℃)	순위 (상위)	평균값 (℃)	평년값 (편차) (℃)	순위 (상위)
평균기온	2.4	1.1 (+1.3)	10위	0.9	-0.9 (+1.8)	6위	4.1	1.2 (+2.9)	1위
평균 최고기온	7.3	6.6 (+0.7)	19위	5.7	4.4 (+1.3)	8위	8.8	7.0 (+1.8)	7위
평균 최저기온	-2.1	-3.6 (-3.6)	7위	-3.4	-5.7 (+2.3)	6위	0	-3.9 (+3.9)	1위

자료 : 기상청

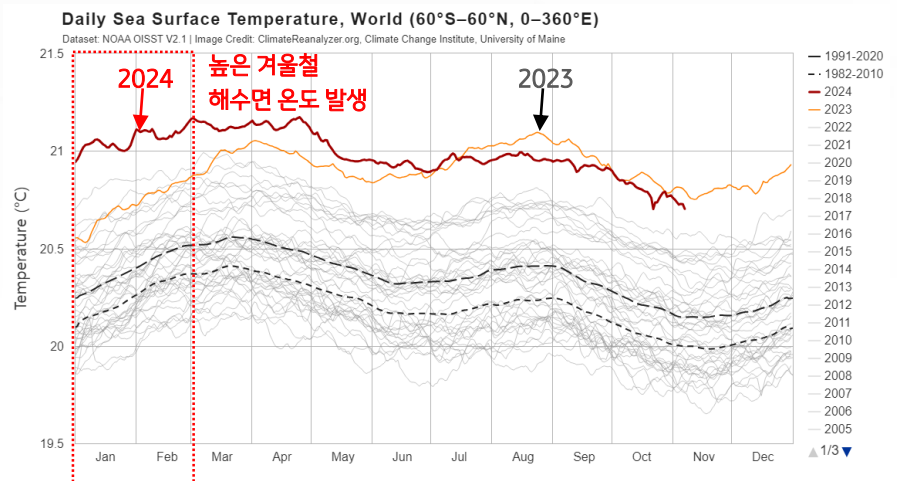
■ 겨울철 폭설 특징 및 원인

'23년 겨울철 폭설 특징 :

- 폭설보다는 비가 많이 내린 겨울 기록
- 12월 전국 평균 강수량 역대 1위 기록
- 2월 강수일수 역대 1위 기록

- 12월은 중국남부 지방에서 저기압이 접근하면서 우리나라에 남서풍이 유입되고, 일본 동쪽에 위치한 고기압 가장자리를 따라 남동풍이 유입되면서, 두 바람이 우리나라 주변에 비구름을 형성해 많은 비가 내렸다(그림 6).
- ✓ 12월 전국 평균 강수량 : 102.8mm, 관측 이후 역대 1위 경신
- 1월 17~18일은 중국 남부지방에서 접근한 저기압의 영향으로 비가 내렸고, 20일에는 동중국 해상에서 발생한 저기압으로 인해 전국적으로 비가 내렸으며, 이 비구름이 동해상에서 찬 공기와 만나 많은 눈이 내렸다.
- 2월 18~21일에는 남동쪽의 따뜻한 고기압과 북서쪽의 찬 고기압 사이에서 저기압이 우리나라를 지나면서 많은 비가 내렸고, 21~22일에는 북쪽에 위치한 고기압의 찬 공기로 인해 중부지방을 중심으로 많은 눈이 내렸다(그림 6).
- ✓ 2월 강수일수 : 13.2일(평년대비 +7.1일)로 역대 1위 경신
- 이렇듯 지난 겨울철은 전 지구 해수면 온도가 이례적으로 높게 나타내면서, 따뜻한 평균기온과 따뜻한 고기압으로 인해 폭설보다는 비가 많이 내린 겨울이었다고 할 수 있다(그림 5).

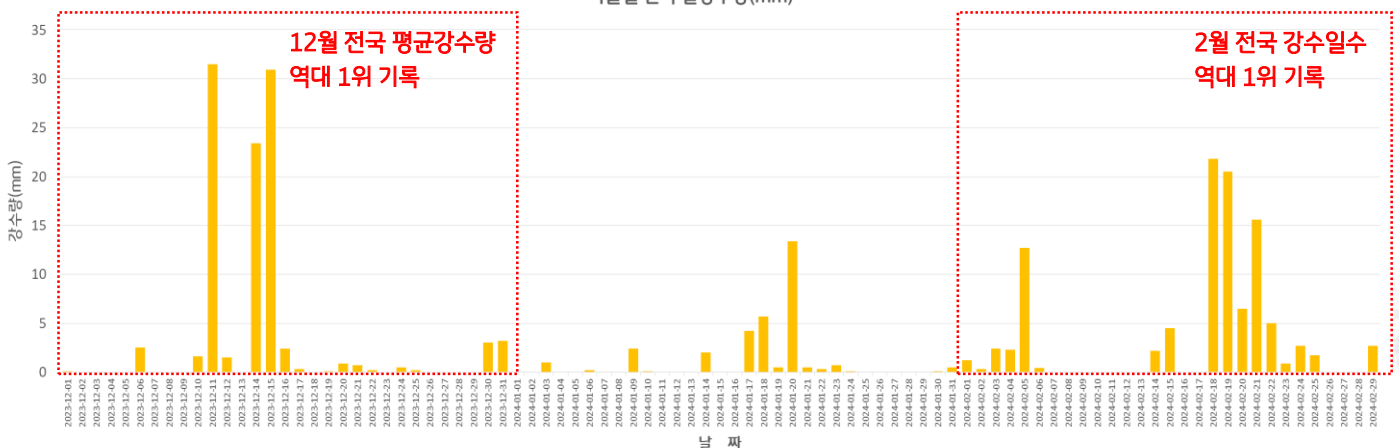
그림 5. 위도 60S~60N 일별 평균 해수면 온도



자료 : ClimateReanalyzer.org

그림 6. '23년 12월 ~ '24년 2월 전국 강수량 시계열 분포

겨울철 전국 일강수량(mm)



자료 : 기상청

3. '24년 겨울철(11월~1월) 기상 전망

■ 겨울철 동아시아 기상 전망

'24년 겨울철 동아시아 전망 :

- 동아시아 전역의 기온이 평년보다 높을 것으로 전망
- 강수는 평년보다 적을 것으로 전망(APCC)

- 최근 전 지구 해수면 온도는 엘니뇨-라니냐 감시구역의 해수면 온도는 평년보다 0.3℃ 낮은 상태를 보이고 있으며, 우리나라 주변은 평년보다 2.0℃ 높은 상태를 보이고 있다(11월 기준).
- APCC(APEC 기후센터) 발표한 보고서에 의하면 동아시아 전역의 기온은 평년보다 높을 것으로 전망하였고, 중국 서부 일부 지역 및 남동부, 한반도, 일본 남부의 강수는 평년보다 적을 것으로 전망하였다.
- 그림에서 보는 것 같이 한반도의 평균기온은 평년보다 높고, 강수는 평년보다 적을 것으로 전망하였다. 또한 해수면의 온도는 동해 북부 지역이 높아 영동지방의 폭설에 영향을 줄 것으로 전망된다(그림 8, 9, 10).

그림 7. 현재 전 지구 해수면 평균 온도('24년 11월 6일 기준)

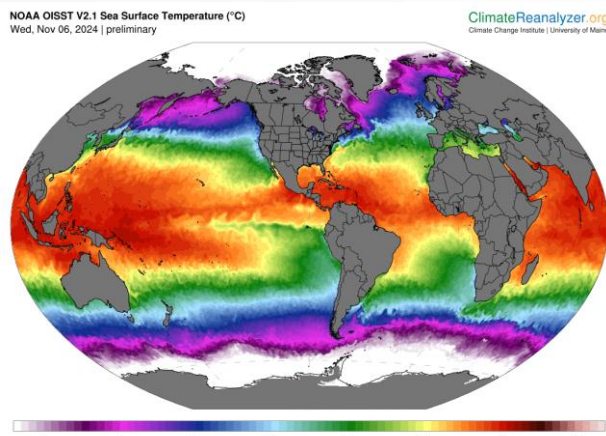
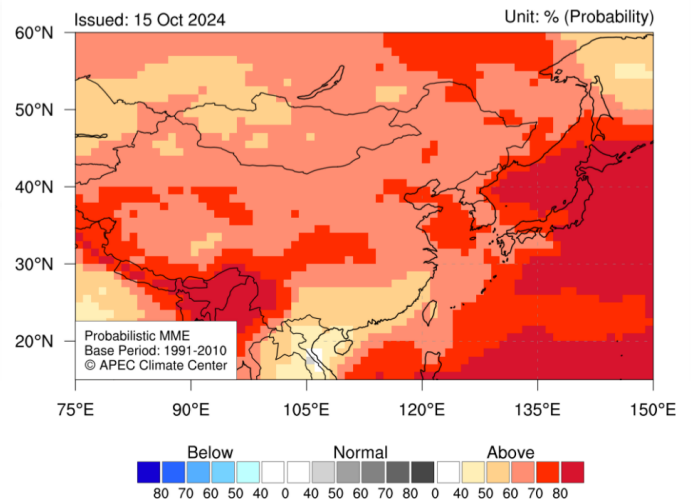


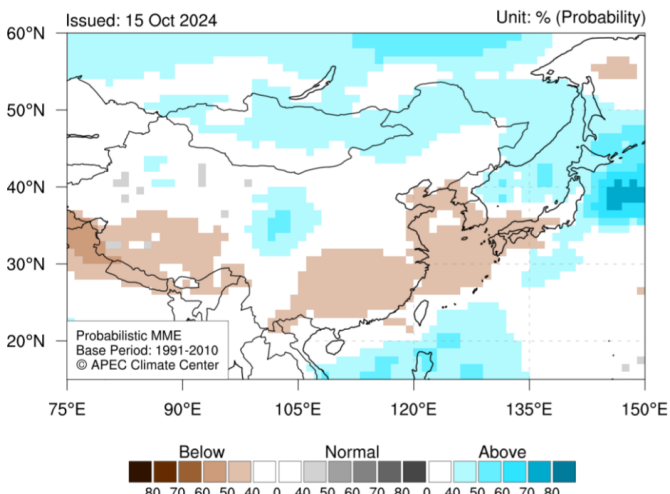
그림 8. '24년 겨울철(11월~1월) 평균기온 전망 평년대비 편차 전망



자료 : NOAA OISST V2.1 / ClimateReanalyzer.org

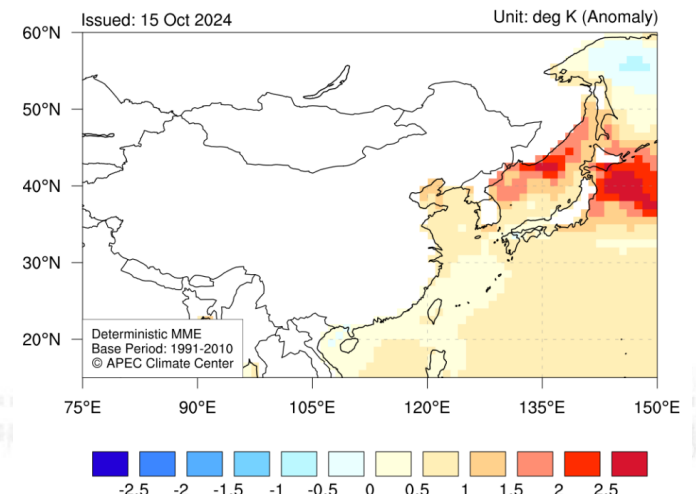
자료 : APCC

그림 9. '24년 겨울철(11월~1월) 평균강수 평년대비 편차 전망



자료 : APCC

그림 10. '24년 겨울철(11월~1월) 해수면온도 전망



자료 : APCC

■ 겨울철 한반도 기상 전망

‘24년 한반도 기상 전망 :

- 11월은 평년보다 기온이 높고, 건조할 것으로 전망
- 12월은 라니냐의 영향으로 기온이 낮고, 건조할 전망
- 1월은 평년보다 기온이 높고 건조할 전망

- 국내 기상청은 기후예측모델과 기후감시요소, 한중일 장기예보 전문가 회의결과를 토대로 매월 3개월 전망을 발표하고 있다(표 2).
- 11월은 동인도양과 열대 서태평양의 대류 활동 감소, 북서태평양의 높은 해수면 온도, 티베트의 적은 눈덮임으로 인해 우리나라 부근에 고기압성 순환이 강화되어 주로 이동성 고기압의 영향을 받아 대체로 평년보다 기온이 높고, 건조할 것으로 전망하였다. 또한 일본 동쪽의 저기압성 순환으로 차고 건조한 북풍 기류가 유입될 때가 있을 전망이다.
- 12월은 라니냐와 북극해(바렌츠-카라해) 해빙의 감소 영향으로 우리나라 동쪽에 저기압성 순환이 강화되어 차고 건조한 북풍류의 영향을 자주 받아 대체로 평년보다 기온이 낮고, 건조할 전망이다.
- 1월에는 인도양과 대서양의 높은 해수면온도로 인해 우리나라 부근에 고기압성 순환이 강화되어 이동성 고기압의 영향을 자주 받아 대체로 평년보다 기온이 높고, 건조할 전망이다. 단, 일시적으로 저기압성 순환의 영향을 받아 대륙고기압이 발달할 수 있으며, 그 결과 찬 공기가 유입되어 기온이 낮아질 수 있다.
- 특히, 라니냐가 발달하는 초겨울에는 ①열대 서태평양의 해수면온도가 평년보다 상승하면서 ②대류 활동이 증가하여 필리핀 동쪽 대기 하층에 저기압성 순환이 발달하게 된다. ③이로 인해 대기 파동이 유도되어, 일본 동쪽에 저기압성 순환이 발달하면서 우리나라로 차고 건조한 북풍 유입이 증가하여 ④평년보다 기온이 낮고, 강수량이 적을 가능성이 있다(11~12월)(그림 11).

그림 11. 라니냐 발달로 인한 우리나라 기온 및 강수량 영향 모식도



자료 : 기상청

표 2. 국내 기상청 월평균기온 및 강수량 확률 전망(10월말 발표 기준)

일자		평균기온			강수량		
		낮음	비슷	높음	낮음	비슷	높음
11월	확률(%)	20	40	40	40	40	20
	평년범위	7.0 ~ 8.2 °C			30.7 ~ 55.1 mm		
12월	확률(%)	40	40	20	40	40	20
	평년범위	0.5 ~ 1.7 °C			19.8 ~ 28.6 mm		
1월	확률(%)	20	40	40	40	40	20
	평년범위	-1.5 ~ -0.3 °C			17.4 ~ 26.8 mm		

자료 : 기상청

[불임] 겨울철 기상 전망 근거

'24년 11월 겨울철이 다가오면서 국내 기상청(KMA)을 비롯한 기상·기후 관련 기관들이 다양한 방법으로 기상 전망을 발표하였다. 이러한 기상 전망에 대한 기술적 근거는 다음과 같다.

■ 기술적 관점의 기상 전망 근거

- **(해수면 온도)** 최근('23.10.08.~10.14.) 엘니뇨·라니냐 감시구역(Nino3.4, 5°S~5°N, 170°W~120°W)의 해수면온도(SST)는 평년보다 0.3℃ 낮은 중립상태이다.
- 전 세계 엘니뇨 예측의 역학 및 통계모델 앙상블 평균 결과 전망기간 동안 북서태평양 해수면온도가 평년보다 높게 지속되면 우리나라는 기온이 높을 전망이다.

→ 북대서양과 인도양의 해수면온도가 평년보다 높은 상태가 지속될 경우, 우리나라는 기온이 높고(11월~1월), 강수량이 많은 경향(11~12월)을 보임

- **(기후감시요소)** 적도 지역 성층권상부의 서풍이 강화되면 대류 활동이 평년보다 감소하여 열대 지역의 기온이 상승합니다. 이로 인해 한대 제트기류가 강화되어 북극의 찬 공기 유입이 적어지며 우리나라 겨울철 기온이 평년보다 높은 경향이 있다(12~1월).

→ 12~1월은 기온이 평년보다 높고, 강수량은 평년보다 적을 것으로 전망

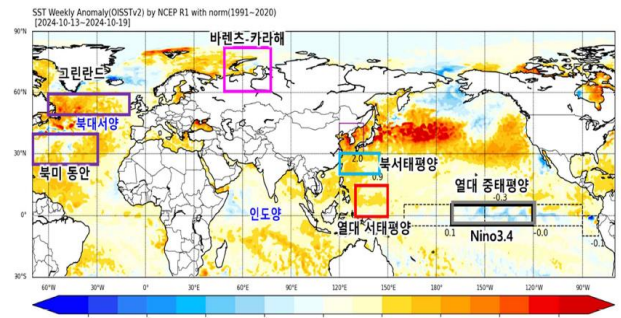
- **(기후 예측 모델)** 전세계 11개국(한국, 호주, 캐나다, 러시아, 프랑스, 일본 등)의 역학모델 결과, 기온은 11~1월 모두 평년보다 높을 확률(46~63%)이 클 것으로 전망하였다. 기상청의 경우에는 11~1월 모두 평년보다 높은 확률이 클 것(43~66%)으로 예측하였다.

→ 기후 예측 모델은 대부분 11월~1월은 기온이 평년보다 높을 것으로 전망

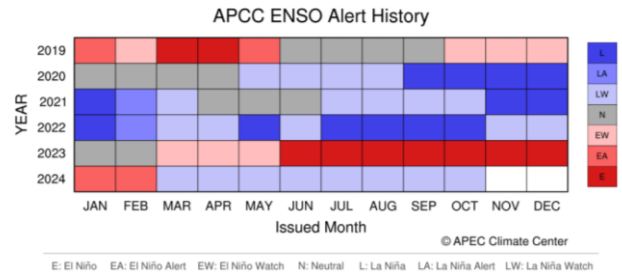
- **(북극 해빙)** 10월 북극 바렌츠-카라해 해빙 면적은 평년보다 적으며 이 상태가 겨울철에도 유지되는 경우 우랄산맥 부근에 기압능이 발달하고, 시베리아와 동아시아 지역에 대륙고기압이 확장되어 우리나라 기온이 평년보다 낮고, 강수량이 적을 가능성이 있다.

→ 10월 랍테프해 해빙이 평년보다 적은 경우 통계적으로 우리나라 1월 강수량이 평년보다 적은 경향이 있음

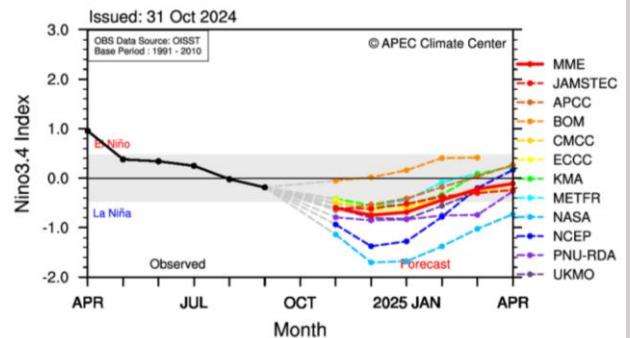
[전 지구 해수면온도 편차 분포(10.13. ~ 10.19.)]



[세계 각국 엘니뇨/라니냐 모델 전망]



Nino3.4 Index for 2024 NDJFMA



자료: NOAA SISSTv2 & APCC

[북극 해빙면적 편차 현황(9월-10월)]



자료: NSIDC(National Snow & Ice Data Center)

적설하중 기반 대설위험 지역 분석

1. 배경 및 목적

■ 국내 대설피해 현황

국내 대설피해 현황 :

- 국내 대설피해는 최근 10년간 1,241억 원 발생
- 비닐하우스와 축사에서 전체 대설피해 중 83% 이상 발생

- 눈으로 인한 피해는 그 지역의 지리적, 기후적 특성에 따라 다른데, 해외에서는 산악지역의 눈사태가 주요 문제로 다뤄지며, 국내에서는 주로 하중에 의한 시설 붕괴가 주요 관심사이다.
- 대설 피해는 국내 자연재해 중 홍수·태풍 다음으로 빈번하게 발생하는 자연재해이다.
- 최근 10년간 총 1,241억 원의 피해가 발생하였으며, 시설물 중에서 사유시설에 해당하는 비닐하우스와 축사에 집중되었다(그림 1).
- ✓ 비닐하우스와 축사에서 발생한 피해금액은 약 1,079억 원으로 전체 대설피해 중 83.25%를 차지한다.

■ 눈 무게의 중요성 및 대설피해 주요 원인

눈 무게의 중요성 및 대설피해 주요 원인:

- 국내 대설피해의 주된 원인은 적설하중 때문

- 국내에서 발생한 눈 무게(적설하중)에 의한 대표적인 붕괴사고는 마우나리조트 사고가 있다.
- '14년 2월 17일 경주시 마우나리조트에서는 70cm 폭설로 인해 지붕이 내려앉으며 사망자 10명, 부상자 100여명이 발생하였다.
- 당시 붕괴 원인으로는 부설시공의 문제도 거론되었지만, 수분기를 머금은 눈이 일주일간 내렸고 그러한 눈이 제설작업 없이 압축되어 무게가 가중된 것으로 분석되었다(그림 2).
- 자연재난의 빈번한 발생은 기업 운영과 경제 전반에 심각한 위협이 되고 있으며, 이에 따라 기업의 리스크 관리와 전략적 대응의 필요성이 더욱 강조되고 있다.
- 이처럼 대설로 인한 붕괴사고는 눈의 무게가 가장 중요한 지표이며, 시간에 따른 압축과, 수분함량이 눈의 무게에 큰 영향을 미친다.
- 또한 기상청에서도 '23년부터 눈의 무게의 중요성을 파악하고 단순히 적설심에 대한 정보 뿐만 아니라 눈의 무게를 고려한 상세 강설 정보를 시범적으로 제공하고 있다.
- 따라서 본고에서는 수분 함량과 압축효과를 고려한 눈의 무게를 산정하였고, 이를 기반으로 빙도와 최대 강도를 고려하여 대설 위험을 지역적으로 분석하였다.

그림 1. 시설물별 최근 10년 대설피해 금액

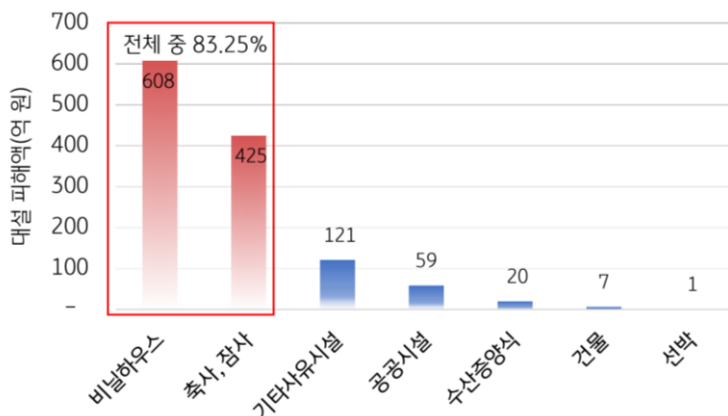
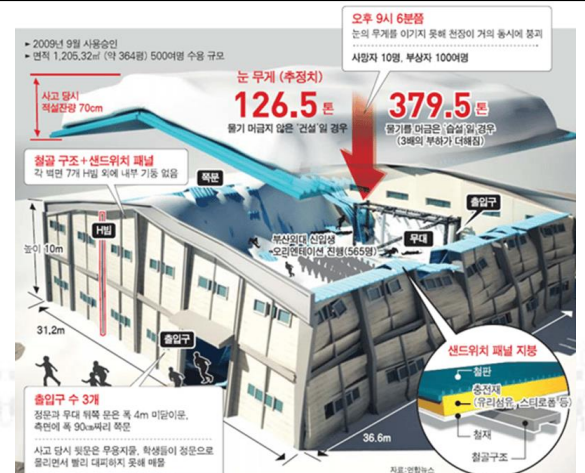


그림 2. 마우나리조트 붕괴사고 분석



2. 적설 개념과 설하중에 미치는 영향인자

■ 적설 개념

적설 개념 :

- 신적설은 당일 새로 내린 눈, 정착설은 기존에 내린 눈
- 단위 중량은 부피에 따른 눈의 무게
- 적설하중은 단위면적당 눈의 무게

- 신적설심은 당일 새로 내린 눈의 깊이를 의미하고, 정착설심은 기존에 내린 눈의 깊이를 의미한다.
- 단위중량은 부피에 따른 눈의 무게를 의미하는데, 이를 신적설과 정착설에 따라 다르게 산정한다.
- 적설하중은 신적설과 정착설에 대하여 각각 단위중량과 눈의 깊이를 곱하여 산정하며, 총 적설하중(단위면적당 눈의 무게)은 신적설 하중과 정착설 하중의 합을 통해 산정한다.
- 건설(乾雪)은 물기가 적어 입자의 크기가 크고 가볍지만, 습설(濕雪)은 물기가 많고 입자의 크기가 작고 잘 뭉쳐지기 때문에 건설 대비 무겁다.

■ 설하중에 미치는 영향 인자

설하중에 미치는 영향 인자:

- 수분함량과 압축효과에 의해 설하중 단위중량 변화

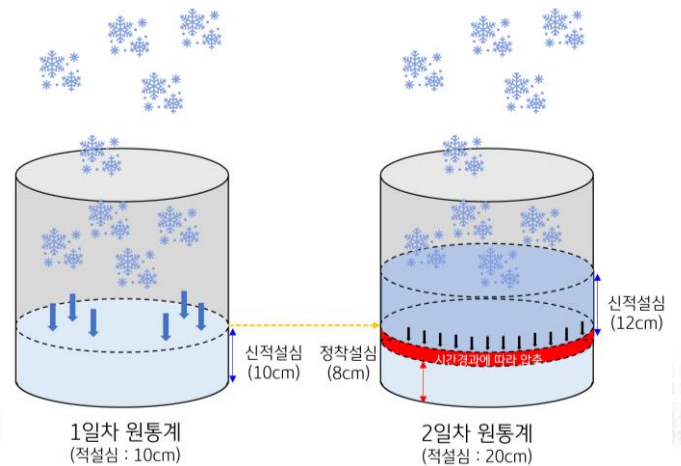
- 기상청에서 실험결과를 바탕으로 건설과 습설의 무게를 제시하였는데, 습설은 건설 대비 약 2~3배 무겁게 나타났다(그림 3).
- 또한 제설작업이 이루어지지 않는다면 쌓인 눈은 2가지 압축 효과로 인해 밀도가 높아진다(중력에 의한 압축, 눈의 상태 변화로 인한 압축).
- 단위중량이 동일한 눈이 2일동안 내린다고 가정했을 때, 다음과 같이 정착설의 압축효과가 발생한다(그림 4).
 - ✓ 1일차에는 신적설이 약 10cm가 내렸고, 2일차에는 신적설이 12cm가 내렸다.
 - ✓ 1일차 내린 눈 10cm는 하루가 지남에 따라 8cm로 감소하였고, 여기서 1일차의 내린 눈은 압축효과로 부피가 감소한 만큼 밀도가 증가하였다.
 - ✓ 2일차에는 신적설이 12cm가 내렸고, 총 적설심은 기존의 정착설 8cm와 합산하여 총 20cm로 계속된다.

그림 3. 건설과 습설 무게 비교



자료 : 뉴스Y

그림 4. 정착설의 압축효과 예시



자료 : 저자 작성

■ 수분 함량을 고려한 신적설 하중 산정

수분함량을 고려한 신적설 하중 산정 :

- 신적설 하중은 화보험회에서 제안한 방법을 인용
- 강수량, 풍속, 신적설심 관계에 따라 신적설 단위중량 산정

- 국내 설하중 설계기준 산정 방법에서는 건설(수분함량 10%) 기준으로 눈의 단위중량을 산정하는데, 습설에 대한 고려는 미흡한 실정이다.
- 최근 기상청에서도 눈의 무게의 중요성을 인지하고 적설심 예보 뿐만 아니라 눈의 무게 예보를 시범적으로 시행하고 있다.
- 수분 함량을 고려한 적설 하중 산정 방식은 한국화재보험협회(이하 화보험회)에서 최초로 제안하였으며, 본고에서도 해당 방법론을 인용하였다(이영규 등(2014)).
- 풍속의 영향으로 인한 수설률(Snow catch ratio)¹⁾을 산정하고, 경험식에 의한 신적설 단위중량을 산정한다.
- 신적설심과 신적설 단위중량의 곱으로 신적설 하중을 산정하였고, 신적설의 단위중량 상한선은 3.92kN/m²으로 제한하였다.

■ 압축 효과를 고려한 정착설 하중 산정

압축효과를 고려한 정착설 하중 산정 :

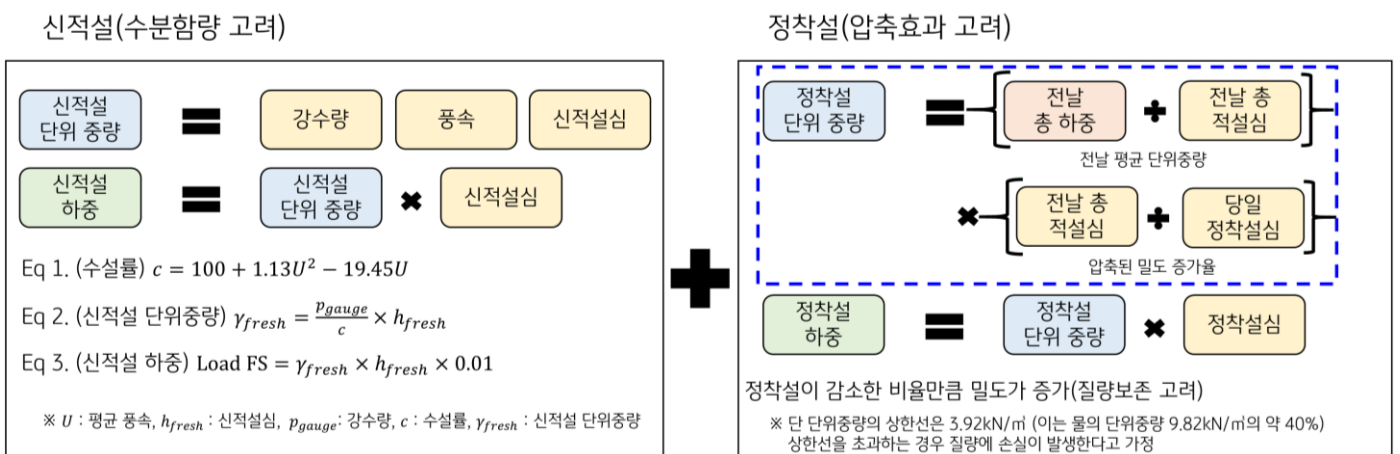
- 정착설 단위중량은 정착설 깊이가 감소하는 만큼 단위중량 증가 가정
- 상한선 초과할 경우 질량 손실 발생 가정

- 본고에서는 정착설의 압축효과를 고려하기 위하여 다음과 같은 2가지를 가정하였다(그림 5).
- ✓ 가정1 : 닫힌계로 가정하여 질량보존법칙 고려, 부피가 감소하는 만큼 밀도가 증가한다.
- ✓ 가정2 : 정착설 단위중량이 상한선(수분함량 40%)에 도달하는 경우 질량 손실이 발생한다.
- 정착설 단위중량은 전날의 평균 단위중량과 압축된 밀도 증가율(부피의 감소 비율)의 곱을 통해 산정되며, 상한선에 도달하기 전까지는 응집되어 질량이 보존된다.
- 정착설 단위중량이 상한선에 도달하는 경우, 수분량이 40% 이상이기 때문에 물이 흘러내려 질량에 손실이 발생한다(열린계로 가정).
- 즉, 정착설 단위중량이 상한선에 도달하기 전까지는 질량이 보존(닫힌계로 가정)되며 정착설 깊이가 감소하는 만큼 단위중량이 증가하고, 상한선에 도달한 경우 상한선을 초과하는 만큼 질량의 손실 발생(열린계로 가정)한다.

■ 수분함량과 압축효과를 고려한 적설 하중 산정

- 수분함량을 고려한 신적설 하중과 압축효과를 고려한 정착설 하중을 각각 산정하여 신적설 하중과 정착설 하중의 합을 통해 당일 총 적설하중을 계산한다.

그림 5. 수분함량과 압축효과를 고려한 적설하중 산정



1) 수설률은 원통형 관측장비에 바람의 영향을 고려하여 눈이 얼마나 적재되는지를 나타내는 수치를 의미함

적설심 계측 장비:

- 목측 계측 장비는 점차 감소, 레이더 계측 지점은 증가 추세
- 본고에서는 목측 계측과 레이더 계측 지점을 모두 고려하여 분석

■ 적설심 계측 장비

- 적설심 계측은 목측 계측과 레이더 계측으로 구분되며, 목측 계측은 사람이 상주하며 계측하는 지점을 말하고 레이더 계측은 사람이 상주하지 않는 지점을 의미한다.
- 목측 계측 지점은 과거 모든 ASOS(Automated Surface Observing Systems, 종관 기상관측장비) 지점에서 관측했지만, 2010년을 기점으로 대다수의 관측 지점에서 철수하였다(현재 약 20개소에서만 목측 계측 실시).
- 이를 대체하기 위하여 레이더 계측 장비를 설치하였으며, 현재 약 80개소가 레이더 계측 장비를 이용하여 관측 하고 있다(그림 6).
- 선행 연구에서는 모두 목측 계측 장비만을 이용하여 적설하중에 대한 분석을 수행하였는데, 이 경우 공간적 해상도가 떨어진다는 한계가 있다고 판단하였다.
- 따라서 본고에서는 목측 계측 장비만 이용하는 것이 아니라, 레이더 관측 지점과 목측 계측 지점의 모든 자료를 활용하여 적설하중의 공간적 해상도를 표현하는 방식을 채택하였다.

3. 리스크 매트릭스 기반 대설 위험 분석

■ 대설 리스크 매트릭스

대설 리스크 매트릭스 :

- 강도는 최근 20년간 기왕 최대 적설하중
- 빈도는 설계기준 초과 적설 발생일 수

- 리스크 매트릭스는 위험 수준을 결정하기 위한 도구로써, 강도와 빈도로 이루어진 테이블을 의미한다.
- 본고에서는 강도로써 적설하중을 고려하였고, 빈도로써 대설발생빈도를 고려하였다.
- 적설하중은 최근 20년간('04~'23년) 기왕 최대 적설하중으로써 표현하였고, 대설 발생 빈도는 설하중 설계기준 최소값인 0.5kN/m^2 을 초과하는 발생일 수를 집계하여 표현하였다.
- 각 강도와 빈도의 등급 구분은 자료의 분포를 기반으로 4분위수 값으로 표현하였고, x축을 강도, y축을 빈도로 표현하였다(그림 7).
- ✓ 여기서 리스크 매트릭스는 WMO(World Meteorological Organization, 세계기상기구)와 영국의 FFC(Flood Forecasting Centre, 홍수예측센터)에서 제시하는 4×4 행렬을 참고하였다.
- 아래에서 제시된 리스크 매트릭스를 이용할 경우, 공간의 대표성을 갖도록 대설 위험 등급을 표현할 수 있다
- ✓ 예시 : 특정 지역의 최대 적설하중이 0.9kN/m^2 , 발생 빈도는 25일 인 경우 해당 지역의 대설 위험 등급은 4등급으로 분석된다.

그림 6. 적설심 계측 장비 개소 비교

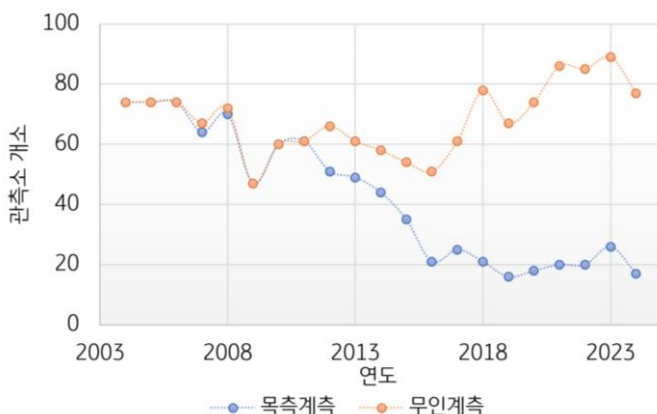
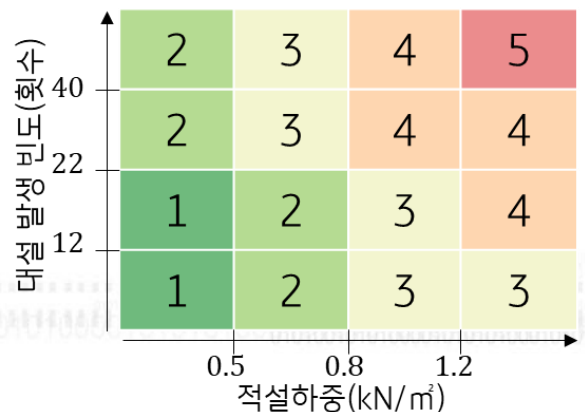


그림 7. 대설 리스크 매트릭스



■ 대설 위험 지역 분석 결과

대설 위험지역 분석 결과 :

- 전라도, 강원도 등은 위험,
남해안 부근 지역은 안전

- 대설 발생 빈도는 동해안 일대 강원도 지역과 서해안 부근의 전라도 지역에서 높게 나타났다.
- 대설 강도는 강원도와 전라도를 비롯하여, 충청도 일대와 수도권 일대에서도 높게 나타났다.
- 이를 바탕으로 산정된 대설 위험등급은 강원도, 전라도 일대에서 위험하게 나타났으며, 수도권과 충청도 일대에서는 보통 등급으로 분석되었다(그림 8).
- 남해안 부근의 위치하는 내륙지역은 다소 안전한 등급으로 나타났다.
- 최근 실제 대설피해 사례도 아래 위험지도와 유사한 분포로 피해가 발생하고 있다(표 1).
 - ✓ 2022년 12월 60cm 이상의 적설로 인해 군산 한 카페에서는 건물 지붕이 붕괴되었고, 전북 일대에서 에서 축사 및 창고 등 89건의 붕괴사고가 발생하였다.
 - ✓ 2024년 1월 습설이 40cm 쌓여 영동지역에서 5개 동의 비닐하우스 붕괴되었고, 피해 면적은 6,000㎡에 달했다.

4. 결론

- 본고에서는 설하중에 큰 영향을 미치는 수분함량과 압축효과에 따른 적설하중 산정방식을 고안하였고, 대설 위험 지도를 작성하였다.
- 또한 감소하고 있는 목측 계측 지점만 고려하는 것이 아니라 레이더 계측 지점까지 모두 고려하였고, 극값을 최대한 잘 표현하면서 공간의 대표성을 갖기 위해 리스크 매트릭스로 위험 등급을 표현하였다.
- 분석 결과 강원도 일대와 전라도 일대에서 대설 위험 등급이 가장 높게 나타났고, 충청도, 수도권일대 등은 보통 등급의 위험으로 표현되었다.
- 본 대설 위험지도는 추후 당사의 GIS 플랫폼에 탑재할 계획이며, 이는 새로운 물건에 대하여 위험조사 및 보험가입 승인 등의 의사결정에 참고자료로 활용 될 수 있다.

그림 8. 대설 위험 등급

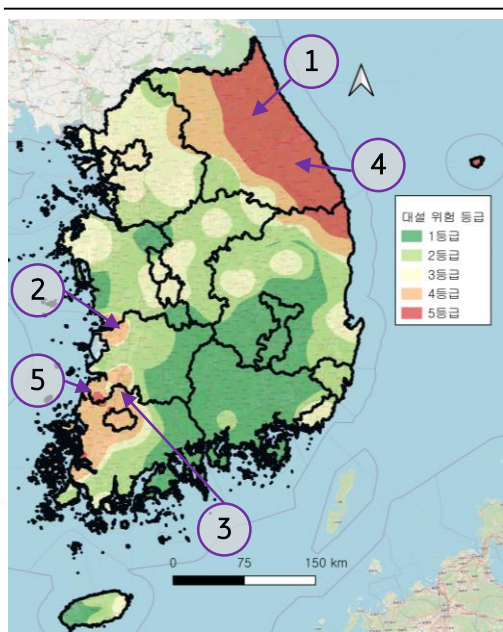


표 1. 최근 실제 피해 사례

구분	사고 개요
① 24년 1월 강릉일대 피해사례	적설 40cm로 비닐하우스 2동, 정전 7건, 낙석 2건, 나무전도 31건 피해 발생
② 22년 12월 군산 피해사례	적설 60cm, 상업지역 카페 지붕 붕괴
③ 22년 12월 담양 피해사례	적설 40cm, 축사 89동, 비닐하우스 31동 파손
④ 21년 12월 영동일대 피해사례	적설 56cm, 어선 10척 침수, 체육시설 파손
⑤ 16년 1월 정읍 피해사례	적설 40cm, 비닐하우스 180동 파손
⋮	⋮

기후변화로 인한 난기류 리스크

1. 난기류 리스크란?

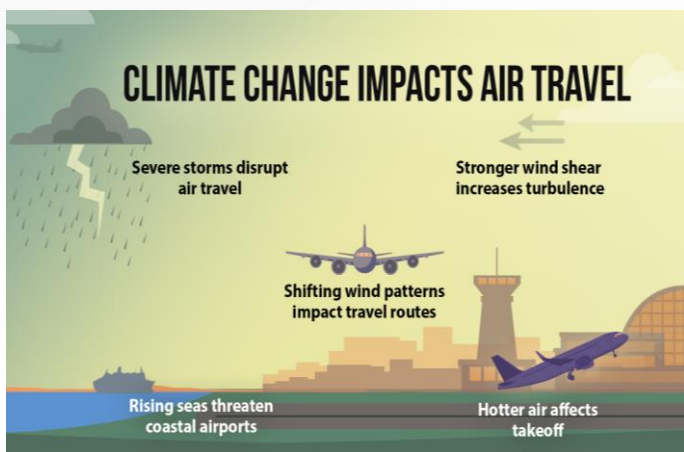
■ 난기류 정의 및 특성

난기류 정의 및 특성 :

- 불규칙하고 급격한 공기의 움직임이 난기류
- 급격한 변화 초래하여 부상 및 사망 사고 발생
- 항공 사고의 절반 이상이 난기류 사고

- 기후변화는 다양한 산업에 영향을 미치고 있으며, 항공 산업도 예외가 아니다(그림 1).
- 특히 항공기 운항 중 발생하는 난기류는 최근 빈도와 강도가 증가하고 있으며, 이는 기후변화로 인해 더욱 심화될 것으로 예상된다.
- 난기류(Turbulence)는 불규칙하고 급격한 공기의 움직임으로, 항공기의 고도, 속도, 방향 등에 급격한 변화를 초래하여 탑승객과 승무원에게 심각한 부상을 입힐 수 있다(그림 2).
- '24년 5월 싱가포르 항공 여객기는 미얀마 상공에서 난기류로 인해 급강하를 경험하였고, 이로 인해 승객 한명이 사망하고 다수가 부상을 입었다(그림 3).
- 최근 국적항공사의 사고 중 70%가 난기류 사고일 정도로 심각성이 대두되고 있다(그림 4).

그림 1. 기후변화가 항공 산업에 미치는 영향



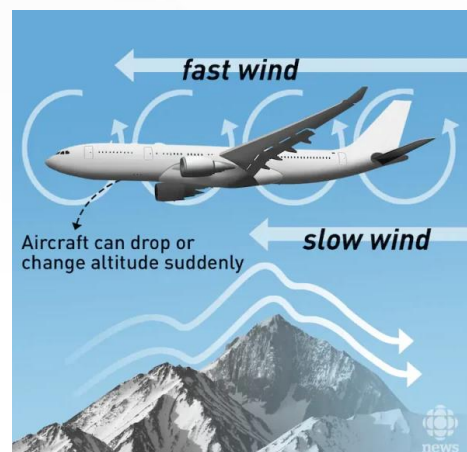
자료 : ICAO(국제민간항공기구), Climate Central

그림 3. 최근 난기류 사고 사례(싱가포르 항공)



자료 : 연합뉴스

그림 2. 난기류 개념도



자료 : Norcast Weather

그림 4. 난기류 사고 발생 현황(국적항공사)



자료 : 국토교통부, 뉴스1

■ 난기류 종류

난기류의 종류 :

- 발생 장소 및 원인에 따라 저고도 / 뇌우 / 청천 난류 / 산악파 난류로 구분

- 난기류는 발생하는 장소 및 원인에 따라 저고도 난류, 뇌우 난류, 청천 난류, 산악파 난류로 구분된다(표 1).
- 항공기 피해는 주로 순항 고도(약 10,000~40,000피트)에서 발생하며, 특히 청천 난류로 인한 사고가 빈번하게 보고되고 있다.
- 일반적인 난기류는 항공기에 장착된 예측 시스템을 통해 어느 정도 회피가 가능하지만, 청천 난류는 예측이 어려워 항공 운항에 심각한 위험 요소로 작용한다(그림 5).
- 한국은 산악 지형이 많아, 산악파 난류로 인한 항공기 영향 사례도 많은 것으로 조사되었다.

■ 난기류의 강도

난기류의 강도 :

- 약함 / 보통 / 강함 / 매우 강함으로 구분됨

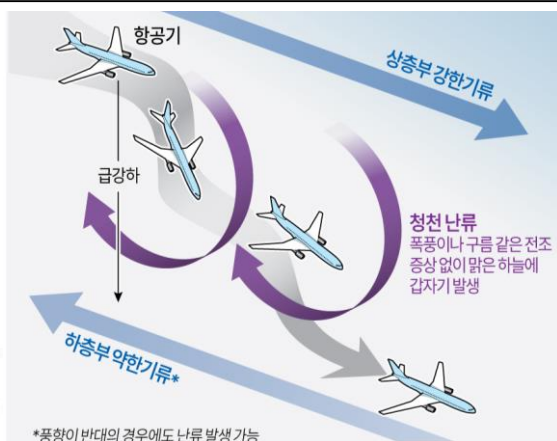
- 난기류는 항상 존재하지만 대부분 강도가 약해 비행에 큰 영향을 미치지 않는다.
- 일반적으로 난기류의 강도는 에디 소산률(Eddy Dissipation Rate, EDR)을 통해 측정된다.
- EDR은 난류 운동에너지가 열로 변환되는 비율을 나타내며 국제민간항공기구(International Civil Aviation Organization, ICAO)에서 표준 난기류 지표로 사용하고 있다.
- 난기류의 강도는 약함, 보통, 강함, 매우 강함의 네 단계로 나뉘며, 각 단계별로 항공기 조정과 승객 안전에 미치는 영향이 다르다(표 2).

표 1. 난기류 종류

구분	특징
저고도 난류 (Low Level Turbulence)	• 낮은 대기층에 지표 가열이나 바람의 마찰 효과가 강하면 발생
뇌우 난류 (Turbulence Near Thunderstorm)	• 불안정한 대기, 강한 상승 작용, 높은 습도가 있는 조건에서 하층의 가열, 대류, 수렴, 기계적인 상승 등에 의해 생성 • 강한 돌풍과 심한 난류, 번개, 맹렬한 소나기, 심한 착빙 등 악기상을 동반
청천 난류 (Clear Air Turbulence)	• 고도에 무관하게 발생하나 주로 고도 15,000ft 이상의 고도에서 발생 • 제트 기류, 상층 전선, 대류성 구름에 의해 발생하며, 75% 이상이 제트 기류에 의해서 발생
산악파 난류 (Mountain Wave Turbulence)	• 안정되고 풍속이 빠른 공기층이 높은 산맥을 통과할 때 산맥으로 인해 강제로 상승되었다가 산맥 통과 후 복원되면서 풍하층에 의해 산악파가 발생됨 • 난류의 강도는 산 정상에 넘는 바람의 속도에 따라 달라지고, 산 정상의 풍속이 강할수록 난류 발생 가능성이 커지고 강도도 강해짐

자료 : 국토교통부

그림 5. 청천 난류 개념도



자료 : 연합뉴스

표 2. 난기류 강도

구분	비행체 체감정도	사람 체감정도	물건 체감정도	EDR
약함 (Light)	약간의 요동을 느낌	안전벨트 착용	움직임 없음	0~20
보통 (Moderate)	상당한 요동을 느낌, 통제 가능	건기 힘들어짐	움직임 있음	20~40
강함 (Severe)	동요가 크고, 고도 변화가 있으며 순간 통제력 상실	심한 충격과 건기가 불가능	심하게 흔들림	40~80
매우 강함 (Extreme)		심하게 흔들리며 통제력 상실		80~100

자료 : 국토교통부, ICAO

2. 기후변화와 난기류의 상관관계

■ 난기류 발생 빈도 분석

난기류 발생 빈도 분석 :

- 난기류 사고의 주요 원인인 청천 난기류의 발생 빈도가 지난 40년 동안 크게 증가

- '79년부터 '20년까지 전 세계의 난기류 발생 추이를 분석한 결과, 항공기 사고의 중요 원인인 청천 난기류의 연간 평균 발생 확률은 증가한 것으로 나타났다(그림 6).
- 특히 북대서양과 미국 상공에서 보통 수준의 난기류는 152.7시간에서 195.4시간으로 28% 증가하고, 강함 난기류는 46%, 매우 강함 난기류는 55% 증가하였다(표 3).
- 동아시아 지역 또한 난기류 다발 지역으로 지목되었으며, 겨울철 온도와 바람의 강도가 꾸준히 상승하면서 난기류 발생 빈도가 증가하였다(그림 7).
- 실제로 지난 40년 동안 동아시아, 북대서양, 동태평양을 포함한 주요 항공 노선지역에서 난기류 발생 빈도가 증가한 것으로 나타났다(그림 8).

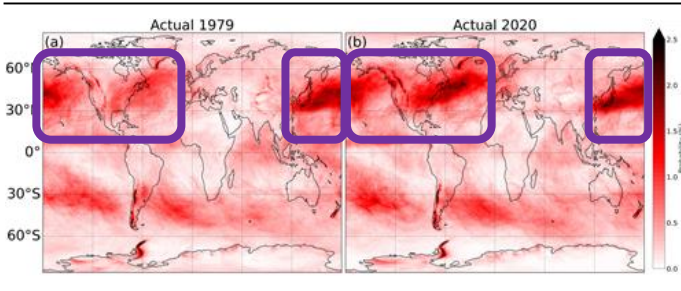
■ 기후변화로 인한 난기류 증가 요인 분석

난기류 증가 요인 분석 :

- 기후변화로 인한 제트기류 변화, 대류 활동 증가, 대기 불안정성 강화가 난기류의 주요 증가 요인

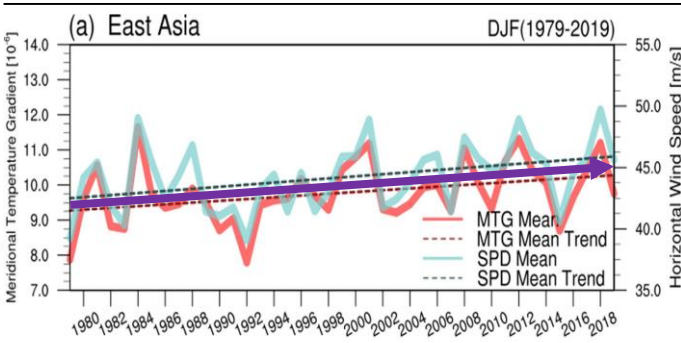
- 지역별 편차는 있지만 기후변화로 인한 온도 상승은 난기류 발생 가능성을 높이고 있다.
- 특히 동아시아 지역에서는 기후변화로 인한 제트기류 강세 변화가 두드러지는데, 이는 청천 난기류 발생을 촉진하는 요인으로 작용한다.
- 대류 활동 증가로 인해 대기 중 수분 함량이 증가하면서 강한 뇌우 발생 가능성 증대는 난기류의 강도와 빈도를 높이고 있다.
- 기후변화로 인한 온도와 습도 변동은 대기 불안정성을 증가시키며, 이는 난기류 발생을 더욱 빈번하게 만드는 요인이 된다.

그림 6. 청천 난기류의 연간 발생 확률 변화



자료 : Geophysical Research Letters

그림 7. 연도별 온도 및 바람 강도 상승(동아시아)



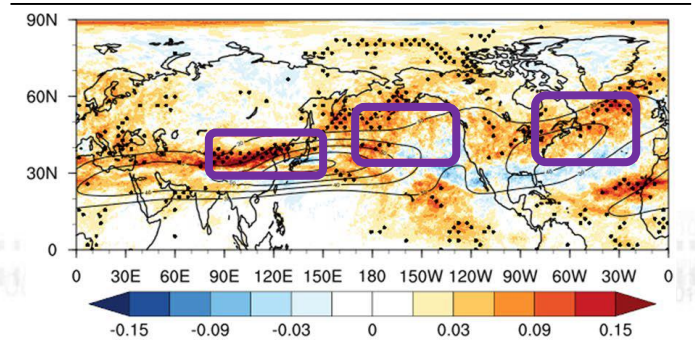
자료 : Journal of Geophysical Research

표 3. 강도별 청천 난기류 발생 시간(북대서양)

구분	약함 난기류	보통 난기류	강함 난기류	매우 강함 난기류
1979년	152.7 시간	70.0 시간	35.5 시간	17.7 시간
2020년	195.4 시간	96.1 시간	51.8 시간	27.4 시간
증가율	28.0%	37.3%	45.9%	54.8%

자료 : Geophysical Research Letters

그림 8. 난기류 발생 빈도 변화



자료 : Journal of Geophysical Research

3. 난기류 사고 사례 및 통계 분석

■ 주요 난기류 사고 사례

주요 난기류 사고 사례 :

- 상반기에만 15건 이상의 난기류 사고 발생
- 27년 만에 난기류로 인한 사망 사고 발생

- '24년 상반기에만 난기류로 인한 항공기 사고가 15건 이상 발생했으며, 특히 난기류로 인한 사망 사고가 오랜만에 발생하여 주목 받았다(표 4).
- 이는 '97년 도쿄에서 호놀룰루로 향하던 유나이티드 항공기가 태평양 상공에서 난기류를 만나 승객이 사망한 사고 이후 27년 만에 일어난 사망 사고이다.
- '24년 5월 싱가포르 항공 여객기가 미얀마 상공에서 난기류를 만나 1,900m를 급강하하면서 승객 1명이 심장마비로 사망하고, 다수가 부상을 입는 사고가 발생하였다.
- 또한 5월 티웨이항공의 자그레브-인천 노선이 중국 상공에서 난기류를 만나 승객과 승무원들이 다치는 사고가 발생하였고, ANA항공, 유나이티드항공, 델타항공 등 다수의 항공사들이 난기류로 인한 비상 상황을 경험하였다.
- 8월에는 인천에서 올란바트로로 향하던 항공기가 중국 상공에서 난기류에 휘말려 승객 10명과 승무원 4명이 부상 당하는 사고가 발생했다.

■ 난기류 사고 통계 자료 분석

난기류 사고 통계 자료 분석 :

- 항공 사고의 절반 이상이 난기류 사고로 지속적 증가

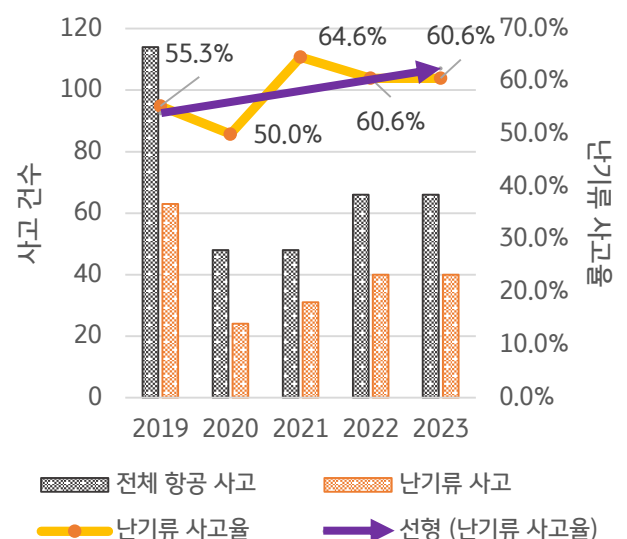
- 지난 5년간 글로벌 항공 사고 중 난기류 사고 비율이 지속적으로 증가하는 추세다(그림 9).
- '19년에는 전체 항공 사고 중 55%가 난기류 사고로 보고되었으나, '20년에는 일시적으로 50% 수준으로 감소하였다.
- 그러나 이후 '21년부터 난기류 사고 비율이 다시 증가하여 '22년과 '23년에는 전체 사고의 61%를 차지하였다.
- 한국에서도 최근 5년간 전체 항공 사고 9건 중 6건이 난기류로 인한 사고가 발생하면서, 난기류 사고 비율은 67% 수준인 것으로 조사되었다.

표 4. '24년 상반기 난기류 관련 항공사 주요 사고 현황

일시	항공사	노선	발생 위치
2/1	ANA 항공	도쿄-방콕	일본
2/10	유나이티드항공	LA-뉴저지	미국
2/18	델타항공	뉴욕-보고타	미국
3/9	사우스웨스트항공	플로리다-볼티모어	미국
3/14	사우스웨스트항공	시카고-사우스캐롤라이나	미국
3/27	델타항공	조지아-플로리다	미국
4/1	일본항공	멜버른-나리타	일본
4/3	델타항공	조지아-애슈빌	미국
4/3	사우스웨스트항공	루이지애나-플로리다	멕시코
4/26	델타항공	캘리포니아-조지아	미국
5/4	퀀타스항공	브리즈번-시드니	호주
5/19	티웨이항공	자그레브-인천	중국
5/21	싱가포르항공	런던-싱가포르	미얀마
5/23	터키항공	이스탄불-이즈미르	튀르키예
5/26	카타르항공	도하-더블린	튀르키예

자료 : 국토교통부, 서울경제

그림 9. 글로벌 항공사고 대비 난기류 사고 발생률(최근 5년)



자료 : 국토교통부, ICAO

■ 노선별 난기류 발생 현황

노선별 난기류 발생 현황 :

- 모든 비행 경로 중 '23년 가장 난기류가 심한 구간은 산티아고-산타크루즈 노선
- 한국에서 출발하는 노선 중 카트만두와 뉴델리 노선은 비교적 난기류가 심한 노선
- 지역별 차이가 있지만 주로 북반구 중위도 지역에서 난기류 많이 발생

- 영국 기상청(Met Office)과 미국 국립해양대기청(NOAA)의 기상 데이터를 기반으로 난기류 데이터베이스를 구축한 터블리(Turbli)에 따르면, '23년 평균 난기류 강도가 가장 높은 노선은 칠레 산티아고와 볼리비아 산타크루즈 항로였다(표 5).
- 단거리 노선(1,500km 이하) 중 카자흐스탄 알마티와 키르기스스탄 비슈케크, 중국 란저우와 중국 청두, 일본 나고야(센트레아)와 센다이 구간에서 평균 난기류가 가장 높았다(표 6).
- 중거리 노선(1,500~4,500km)에서 칠레 산티아고와 볼리비아 산타크루즈 항로가 가장 난기류가 심한 경로였고, 한국 서울과 네팔 카트만두를 오가는 노선도 비교적 난기류 위험이 높은 것으로 조사되었다(표 7).
- 장거리 노선(4,500km 이상) 중에는 일본 도쿄와 인도 뉴델리 항로가 가장 난기류에 취약한 노선이었고, 한국 서울과 인도 뉴델리 항로도 난기류가 심각한 것으로 나타났다(표 8).
- 한국이 보유한 중·장거리 노선 중 난기류가 심한 구간은 주로 산악 지역을 지날 때 발생하는 산악파 난기류 지역인 것으로 분석되었다.
- 난기류 발생은 지역별로 차이가 있으며, 주로 북대서양 지역을 포함한 북반구 중위도 지역에서 난기류 발생 빈도가 높았다.

표 5. '23년 가장 난기류가 심한 비행 경로(전세계)

순위	노선	거리(km)	평균 난기류 (EDR)
1	Santiago - Santa Cruz	1,905	17.6
2	Almaty - Bishkek	210	17.5
3	Lanzhou - Chengdu	661	16.8
4	Centrair - Sendai	517	16.6
5	Milan - Geneva	214	16.4

자료 : Turbli

표 6. '23년 가장 난기류가 심한 비행 경로(단거리)

순위	노선	거리(km)	평균 난기류 (EDR)
1	Almaty - Bishkek	210	17.5
2	Lanzhou - Chengdu	661	16.8
3	Centrair - Sendai	517	16.6
4	Milan - Geneva	214	16.4
5	Lanzhou - Xianyang	519	16.3

자료 : Turbli

표 7. '23년 가장 난기류가 심한 비행 경로(중거리)

순위	노선	거리(km)	평균 난기류 (EDR)
1	Santiago - Santa Cruz	1,905	17.6
2	Qingdao - Kathmandu	3,397	15.8
3	Kathmandu - Chengdu	1,879	15.7
4	Seoul - Kathmandu	3,973	15.5
5	Kathmandu - Beijing	3,144	15.5

자료 : Turbli

표 8. '23년 가장 난기류가 심한 비행 경로(장거리)

순위	노선	거리(km)	평균 난기류 (EDR)
1	Tokyo - Kathmandu	5,223	15.5
2	Tokyo - New Delhi	5,872	14.8
3	Tokyo - Dhaka	4,954	14.8
4	Seoul - New Delhi	4,662	14.7
5	Tokyo - Mumbai	6,795	14.6

자료 : Turbli

싱크홀과 포트홀의 사고 원인 및 저감 대책

1. 싱크홀 정의 및 발생 원인

■ 싱크홀 정의

싱크홀 정의 :

- 지반이 함몰되어 형성된 구멍

- 싱크홀(Sinkhole)은 지반이 함몰되며 형성된 구멍이나 지형을 뜻한다.
- 빗물이 지하로 스며들어 지하수가 되고 지하수 수위가 낮아지면서 압력을 견디지 못한 공간이 무너져 싱크홀이 발생한다.

■ 싱크홀 발생 원인

싱크홀 발생 원인 :

- 싱크홀 발생은 자연적 요인과 인위적 요인이 복합적으로 작용하여 발생

- 싱크홀의 발생 원인은 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분되며 지형적 특성, 기상 영향, 지하 매질물 노후 상태 등이 복합적으로 작용하여 발생한다.
- 자연적 요인으로는 집중호우로 인한 지하수 유입, 지하수의 흐름 변화, 석회암의 용해 등이 있다.
- 집중호우로 빗물이 지반 내부로 스며들어 토양과 암석을 침식하면, 지하에 빈 공간이 생기고 이 공간이 커지면서 지반이 붕괴된다(그림 1).
- 인위적 요인으로는 상하수관 손상, 되메우기 불량, 부실 공사 등이 있다.
- 상하수도/인프라 시설이 노후화 및 침식 되어 균열이 발생해 토사 유실이 진행되어, 느슨해진 지반으로 도로 표면이 하중을 견디지 못해 갑작스럽게 붕괴되어 발생 된다(그림 2).

그림 1. 싱크홀 발생 원인(자연적 요인)



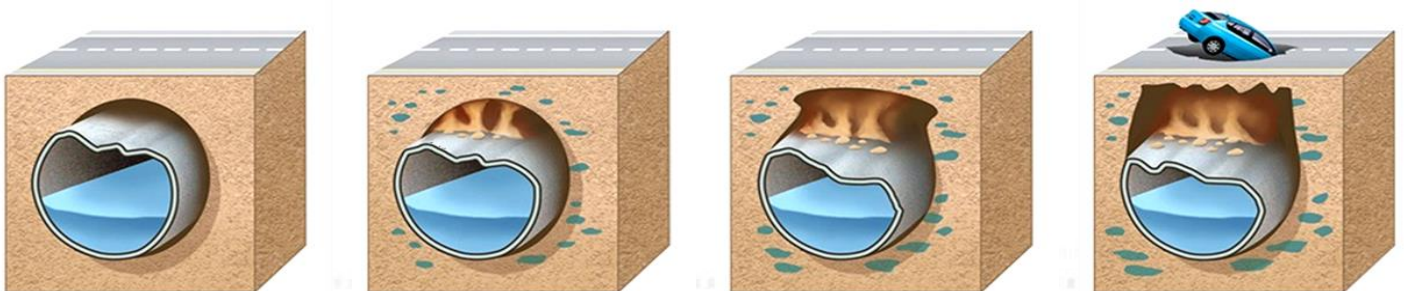
빗물이 퇴적층 평평한 지면 아래로 스며들어 지하수를 생성

퇴적물이 지하수와 함께 흐르면서 땅 속 구멍을 점점 증가시킴

지하수 수위가 낮아지면 지하수가 지탱하던 압력을 동굴이 감당하지 못해 싱크홀 현상 발생

자료 : 국토교통부

그림 2. 싱크홀 발생 원인(인위적 요인)



상하수도/인프라 시설이 노후화 및 침식 되어 균열 발생

균열을 따라 토양이 유실되면서 땅이 헐거워져 공동 발생

토사 유실이 진행될수록 생성된 공동이 지표면까지 점차 확장

느슨해진 지반으로 도로 표면이 하중을 견디지 못하여 붕괴

자료 : 한국지반공학회, 지오스트(주)

2. 포트홀 정의 및 발생 원인

■ 포트홀 정의

포트홀 정의 :

- 아스팔트 및 도로 표면 일부가 부서지거나 떨어져 나가 생긴 구멍

- 포트홀(Pothole)은 아스팔트 도로 표면 일부가 부서지거나 내려앉아 생긴 구멍이다.
- 주로 비가 오거나 눈이 녹은 후 물이 도로에 고이면서 노면이 약해지고, 이후 차량의 하중이 가해져 도로의 일부가 떨어져 나가면서 포트홀이 생긴다(그림 3).

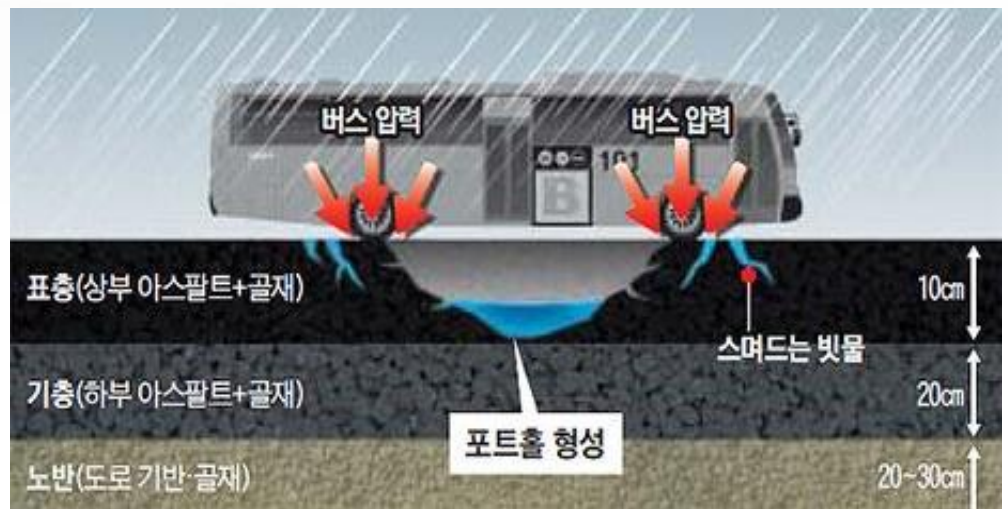
■ 포트홀 발생 원인

포트홀 발생 원인 :

- 집중호우, 반복적인 동결 및 해동 등으로 도로 표층의 빈틈에 스며들고 압력이 가해져 발생

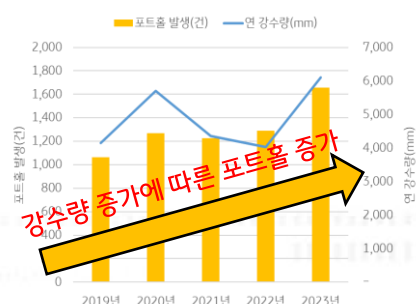
- 포트홀은 도로 표층의 빈틈과 균열로 침투한 빗물이 지반을 약화시키고, 그 위를 차량이 반복적으로 지나며 압력을 가해 발생된다.
- 자연적 요인으로는 강수량 증가, 온도 변화로 인한 얼음과 물의 반복적인 동결 및 해동 등이 있다(그림 4).
- 이러한 현상은 도로 표면의 균열을 유발하고, 물이 침투하면서 도로의 구조를 약화시킨다.
- 인위적 요인으로는 도로 관리 부족, 교통량 증가, 부실 시공 등이 있으며, 이는 포트홀의 발생 빈도를 높이고 도로 안전성을 저하시킨다(그림 5).
- 관리가 소홀해지면 포트홀이 확대되어, 인명 및 차량의 안전을 위협하는 요소가 된다.

그림 3. 포트홀 발생 과정



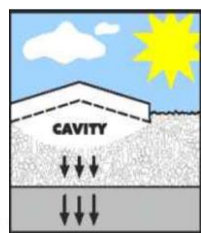
자료 : 조선일보

그림 4. 포트홀 발생 원인(자연적 요인)

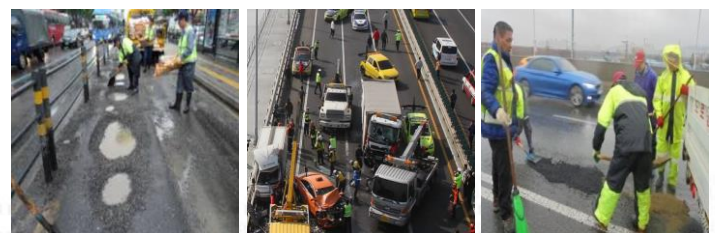


자료 : 파이낸셜뉴스, 연합뉴스

그림 5. 포트홀 발생 원인(인위적 요인)



온도 변화로 인한
반복적인 동결 및 해동



도로 관리 부족

교통량 증가

부실 시공

자료 : 연합뉴스, 대한경제

3. 싱크홀 사고 현황 및 주요 사고 사례

■ 싱크홀 사고 현황

싱크홀 사고 현황 :

- '19년~'23년까지
전국에서 900건 이상의
싱크홀 발생하여 사망 2명,
부상 47명 등 피해가 발생

- 지난 5년('19년 ~ '23년)간 전국에서 900건 이상의 싱크홀이 발생했다.
- 싱크홀 발생 수는 경기(197건), 광주(122건), 부산(85건), 서울(81건), 전북(70건), 강원(68건), 대전(66건) 등 순으로 나타났다(그림 6).
- 최근 5년간 싱크홀로 인해 사망 2명, 부상 47명, 차량 파손 78대가 발생했다.
- 그동안 싱크홀 발생 건수에 비해 인명 피해가 상대적으로 적었던 것은 인파가 붐비지 않을 때 주로 1m ~ 2m 내외 깊이의 소규모로 나타났기 때문이다.

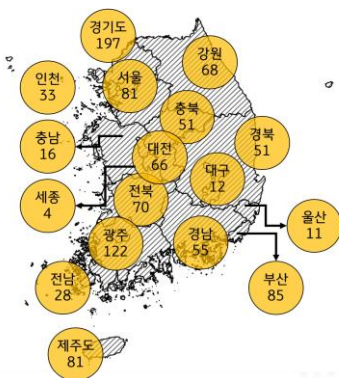
■ 서울 서대문구 연희동 싱크홀 사고

- '24년 8월 29일 서울 서대문구 연희동 일원에서 가로 6m, 세로 4m, 깊이 2.5m 규모의 싱크홀이 발생해 차량 한 대가 전복되었고 탑승자 2명이 부상을 당했다(그림 7).
- 싱크홀 발생 전부터 도로가 움푹 패여 차량들이 심하게 덜컹거렸고 땅꺼짐을 발견한 차량들이 속도를 줄이고 버스전용차로를 넘나들며 피해 가기 시작했다.
- 서울시는 집중 호우와 지하 매설물 손상 등 복합적인 원인으로 도로 하부 토사가 유실되며 포장면이 파괴된 것으로 확인하였다.

■ 부산 사상구 싱크홀 사고

- '24년 9월 21일 부산 사상구 학장동 사상-하단선 2공구 공사 현장에서 가로 10m, 세로 5m, 깊이 8m 규모의 싱크홀이 발생해 차량 두 대가 전복되었다(그림 8).
- 사상구청에 따르면 올해 사상-하단선 공사 현장에서 총 8차례 싱크홀이 발생했다.
- 4월, 5월, 7월에 각 한 차례씩 발생했으나 8월에만 3차례 발생했고, 이달 21일에는 같은 날 두 곳에서 발생해 빈도가 더 잦아지고 있다.
- 부산교통공사는 연약한 지반, 노후화된 상하수도 시설, 폭우로 인한 지반 약화 등을 복합적인 원인으로 파악하고 있다.

그림 6. 싱크홀 발생 현황('19년~'23년)



자료 : 국토안전관리원

그림 7. 서울 서대문구 연희동 싱크홀 사고



자료 : 연합뉴스, 경향신문

그림 8. 부산 사상구 싱크홀 사고



자료 : MBC 뉴스, MBN 뉴스

4. 포트홀 사고 현황 및 주요 사고 사례

■ 포트홀 사고 현황

포트홀 사고 현황 :

- '19년~'23년까지
2만 2천건 이상의
포트홀 발생
- 포트홀은 장마철 및
눈과 비가 내리는
겨울철에 자주 발생함

- 지난 5년('19년 ~ '23년)간 전국 고속도로에서 2만 2천건 이상의 포트홀이 발생했다.
- 포트홀 발생 수는 서울/경기/인천(4,432건), 강원(3,344건), 전북(3,303건), 충북(3,268건), 대구/경북(2,727건), 부산/경남(2,383건) 등 순으로 나타났다(그림 9).
- 포트홀은 장마철인 7월과 8월에 가장 많이 발생하고 눈과 비가 내리는 12월에서 2월 사이 겨울철에도 자주 발생한다.
- 기후변화로 인해 여름철 집중 호우 및 겨울철 평년 이상의 눈과 비가 잦아지면서, 포트홀 발생 빈도가 증가하고 있다.

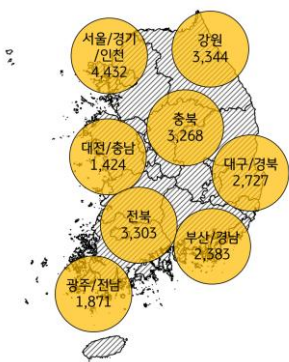
■ 평택-제천 고속도로 포트홀 사고

- '24년 2월 22일 새벽 1시 30분경 평택-제천 고속도로에서 포트홀로 인해 승용차 타이어가 찢어지는 사고가 발생하였다(그림 10).
- 22일 하루 동안 같은 도로에서 차량 18대의 타이어가 포트홀로 파손됐으며, 인근 고속도로 5km 구간에서도 곳곳이 갈라지거나 패여 있었다.
- 이례적인 폭설과 집중호우가 지반을 약화시키고, 따뜻한 날씨와 영하를 오가는 이상 기후로 땅이 얼고 녹기를 반복하며 포트홀 발생이 잦아졌다.

■ 전주-군산 호남로 포트홀 사고

- '23년 9월 16일 오후 5시 30분경 전주-군산 간 호남로에서 포트홀로 인해 차량 수십 대가 피해를 입는 사고가 발생하였다(그림 11).
- 포트홀에 미끄러진 차량에 의해 첫 번째 교통사고가 발생했으며, 뒤따라오던 수십 대의 차량도 같은 사고를 당하였다.
- 전북 전역에 호우주의보가 발령된 가운데, 시간당 최대 60mm가 넘는 집중호우가 발생한 상황이었다.

그림 9. 포트홀 발생 현황



자료 : 한국도로공사 자료

그림 10. 평택-제천 고속도로 포트홀 사고



자료 : SBS, YTN

그림 11. 전주-군산 호남로 포트홀 사고



자료 : 한국일보, 연합뉴스

5. 싱크홀과 포트홀의 저감 대책

■ 지표투과레이더를 활용한 싱크홀 예방 점검

지표투과레이더 적용 효과 :

- 지하 공동 점검을 통해 싱크홀 발생 건수 저감

- 서울시는 싱크홀 사고를 예방하기 위해, 지표투과레이더(Ground Penetrating Radar, GPR)를 활용해 5,000km 구간의 지하 공동(空洞) 점검을 실시하고 있다(그림 12).
- '14년부터 10년간 지하 공동을 탐사하여 총 1만 8,280km를 조사했으며, 조사 범위는 '14년 61km에서 '23년 3,631km로 60배 확대되었다.
- 지표투과레이더를 활용한 싱크홀 예방 점검으로 '16년 57건이었던 싱크홀 발생이 '23년 22건으로 61% 감소했다.
- 탐사를 전담하는 전문인력을 3명에서 6명으로 늘리고 GPR 조사장비를 3대에서 5대로 확충하여, 더 촘촘하고 넓은 범위를 점검할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

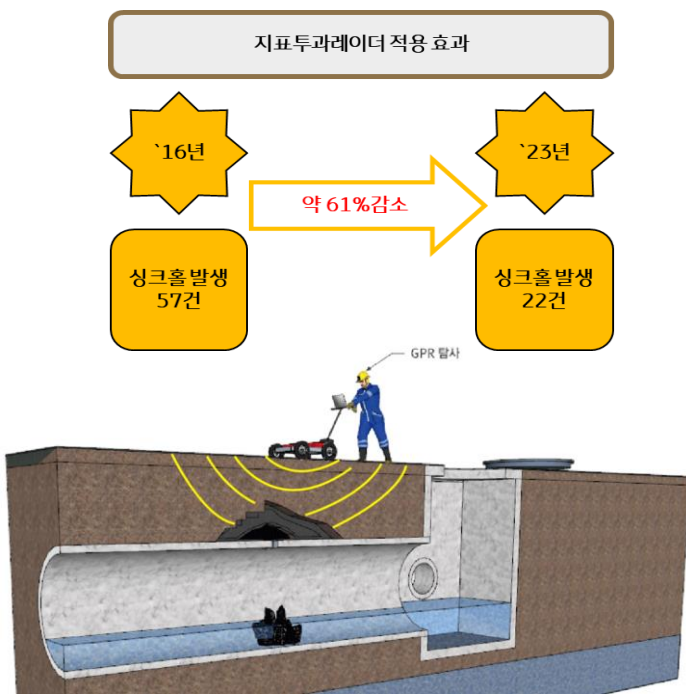
■ 인공지능(AI) 포트홀 자동탐지 시스템

인공지능 포트홀 자동탐지 :

- AI 기반 영상 촬영 장치를 이용하여 포트홀 자동 탐지 및 보수

- 서울시는 AI 기반 영상 촬영 장치를 부착한 차량으로 주행 중 포트홀을 자동 탐지하는 시스템을 전국 최초로 도입했다(그림 13).
- 버스 1,650대와 택시 350대 등 총 2,000대의 대중교통에 설치해 포트홀의 사진과 위치 정보를 실시간으로 관련 부서에 전송하고, 탐지와 보수 작업에 활용하고 있다.
- 매년 도로 포장을 전수조사해 D·E 등급 구간을 우선 정비하며, 이 시스템은 시민 신고에 의존하던 방식보다 탐지 효율을 크게 향상시켰다.
- 포트홀 전문 보수장비 차량은 5분 안에 포트홀을 보수할 수 있어 기존 보다 2배 빠르며, 예방 보수와 유지 관리, 민원 조기 해소로 매년 약 3.5억 원의 비용 절감 효과가 기대된다.

그림 12. 지표투과레이더 적용 효과 및 탐사 원리



자료 : (주)싱크위터

그림 13. 인공지능 포트홀 자동탐지 시스템 적용 효과 및 안내도

성과항목	기존방식	포트홀 보수 장비
투입인원	3명	1명
작업장비	3대	1대
평균 보수시간	약 8~10분	약 2~5분

인력 보수

- 4인 1팀, 일일 최대 30개 처리
- 총 14개 보수팀 운영
- 일일 420개 보수
- 분장차량 및 교통사고 위험 노출
- 감주시 음압보수로 포트홀 제파손 다수 발생

장비 보수

- 1인 1팀, 일일 50~100개 처리
- 총 42개 보수팀 운영 (장비/인력 36)
- 일일 1,650개 보수
- 분장차량, 작업자 교통사고 예방
- (우)강 가용인력 총동원 및 신속보수재료 24시간 이내 복구

장비 보수 작업프로세스

포트홀 보수 1개당 2~3분 소요

발생-보수 소요시간

57 ▶ 12시간

1일 최대 포트홀 보수량

420 ▶ 1,650보수

1인 1팀 포트홀 탐지처리량 50~100 (개/일)

자료 : 시사미래신문, 연합뉴스

■ 지하공간 안전관리시스템

지하공간 안전관리시스템 :

- 지하공간 누수 진단 시스템 도입 및 노후 하수관로 교체를 통해 싱크홀 발생 건수 저감

- 서울시 성동구는 '17년 전국 최초로 IoT 기술을 활용한 지하공간 안전관리시스템(Under Ground Safety, UGS)을 도입한 후, '20년부터는 첨단 기술을 통해 더욱 정교해진 지하공간 누수 진단 시스템을 도입하여 상수도 누수 여부를 실시간으로 모니터링하고 있다(그림 14).
- 상수도 맨홀에 설치된 감지 센서를 통해 누수로 발생하는 진동 등 이상 징후를 파악하고, 누수가 의심될 경우 정밀 탐사를 통해 신속한 조치를 취한다.
- 그리고 싱크홀 사고의 주요 원인으로 지목되는 노후 하수관로 전면 교체 사업도 추진 중이다.
- '14년부터 본격적으로 교체 작업을 시작하여 현재까지 관내 하수관로 총 연장 306km 중 22.2%에 해당하는 68km의 노후 하수관로를 교체했다.
- 지하공간 누수 진단을 포함한 안전관리시스템을 구축하고 노후 하수관로를 지속적으로 교체한 결과, '22년과 '23년 두 해 연속으로 싱크홀 발생 건수가 0건을 기록하고 있다.

■ 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침 개정안

아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침 개정안 :

- 아스팔트 품질 기준 개선, 도로 포장 내구성 강화 등을 위한 지침 강화

- 국토교통부는 '아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침' 전면 개정안을 마련하여 '24년 7월 18일 전국 각 도로 관리청에 배포하였다(그림 15).
- 지침 개정안은 기후변화에 대응하고 도로 안전성을 높이는 탄소 저감 도로 포장 기술 확대 및 포장 수명 연장 등의 내용이 담겨있다.
- 안전한 도로를 구현하기 위해, 포장 평탄성을 훼손하는 소성변형 저감을 위해 아스팔트 품질 기준 개선, 도로 포장 내구성 강화, 도로 수명 연장 등의 세부적인 기준을 마련하였다.
- 주요 개정 항목으로는 기후위기 대응 도로포장 기준 개선, 도로포장 수명 증진을 위한 기준 개선, 지침 현행화를 통한 현장 적용성 개선 등이 있다.

그림 14. 지하공간 안전관리시스템 안내도 및 저감 효과



자료 : (사)한국산업기술진흥협회

그림 15. 아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침 개정안



자료 : 국토교통부

치매 조기진단 기술의 발달

1. 치매 위험 증가와 조기진단의 중요성

■ 치매의 개념 및 유병자 현황

치매 환자 현황 :

- 노인인구의 10.5%가 치매 환자일 정도로 인구 고령화에 따라 치매 노인 인구도 급증

- 치매는 다양한 원인으로 기억력, 사고력 등 인지 기능에 심각한 장애가 발생해 일상생활에 어려움을 겪는 상태를 의미한다.
- '24년 3월 기준 국내 65세 이상 치매 환자 수는 105만 명으로, 이는 총 노인인구(1천만 명)의 10.5%이다(그림 1).
- 치매 유형의 70%를 차지하는 알츠하이머성 치매와 함께 파킨슨병으로 대표되는 혈관성 치매, 뇌세포에 루이체라는 물질이 쌓여 발생하는 루이체 치매가 3대 치매 질환으로 꼽힌다.
- ✓ 알츠하이머성 치매는 기억력과 판단력이 저하되는 등 인지 증상을 보이는 반면, 혈관성·루이체치매는 걸음이 느려지거나 표정이 없어지는 등 운동 증상을 함께 보인다는 것에서 차이가 있다.

■ 치매 조기진단 중요성

치매 조기진단의 중요성 :

- 치매는 초기 단계 일수록 치료 효과가 높아 조기 진단이 매우 중요

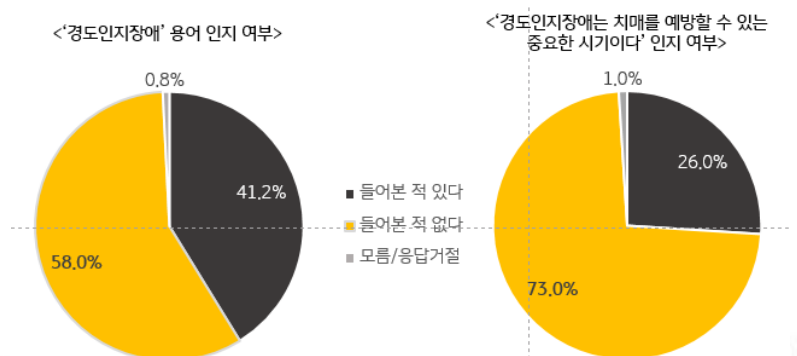
- 대부분의 치매는 경도인지장애(Mild Cognitive Impairment)를 거친다. 경도인지장애는 비슷한 연령대에 비해 인지 저하가 있지만 그 정도가 가벼워서 약간의 노력을 기울인다면 스스로 사회생활이 가능한 상태를 말한다.
- 경도인지장애는 시간이 경과하면서 알츠하이머성 치매로 발전할 가능성이 크다. 인지 기능이 정상인 경우 매년 1~2%가 치매로 진행되는 데 비해, 경도인지장애를 가진 환자의 경우 매년 10~15%가 치매로 진행된다(경도인지장애가 6년 내 치매로 진행될 가능성은 80%)(그림 2).
- 치매는 초기 단계 일수록 치료효과가 높아 조기 진단이 매우 중요하며, 조기에 발견하여 치료를 시작하면 중증치매로 악화되는 것을 지연시켜 건강한 시기를 연장할 수 있다.
- 하지만 경도인지장애에 관한 국민 인식은 부족한 상황이다. '22년 대한치매학회가 실시한 '경도인지장애에 대한 대국민 인식조사' 결과, 전체 응답자의 58%는 '경도인지장애라는 용어를 들어본 적이 없다'고 응답하였고, 경도인지장애가 치매를 예방할 수 있는 중요한 시기임을 알지 못하는 응답자가 73%에 달했다.

그림 1. 국내 노인 치매 유병 현황



자료 : 중앙치매센터

그림 2. '경도인지장애'에 대한 인식 수준



주: 전국 만 18세 이상의 남녀 1,006명 대상 실시

자료 : 대한치매학회

2. 치매 조기진단 기술의 발달

치매 조기진단 기술의 발달 :

- 기존 치매 진단의 단점을 보완하는 진단 기술 다양화

- 일반적인 치매 진단은 선별검사를 통한 인지 능력 평가 후 의심 징후 발견 시 정밀 검사를 시행해 인지 능력 저하를 판별한다. 하지만 주로 고령에서 발병하기 때문에 노화로 착각하여 진단이 어려운 점도 있다.
- 치매에 대한 정확한 원인과 정보를 얻기 위해 아밀로이드 양전자방출단층촬영인 PET-CT를 활용하거나 뇌척수액 분석 등 정밀 검사를 통해 인지능력 저하를 확인한다.
- 하지만 뇌척수액을 이용한 검사는 검체 추출 과정이 침습적이라는 단점이 있고, 아밀로이드 PET 검사는 시간과 비용(PET-CT 1회 촬영 시 130~150만 원)이 소요되어 다소 부담된다.
- 이에 따라, 혈액·후각·뇌파·음성 등 다양한 바이오마커(Bio-marker)*를 활용한 기술 등이 개발되고 있다.

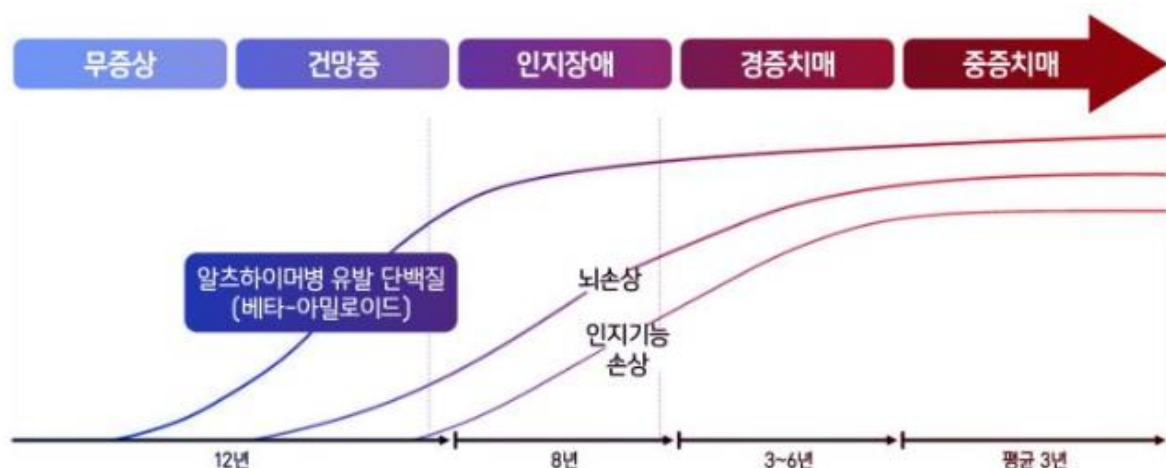
■ 혈액 진단

혈액 진단 :

- 혈액 기반으로 알츠하이머 병을 조기에 진단

- 혈액 검사만으로 알츠하이머성 치매의 주요 원인물질을 분석해 발병 위험도를 예측할 수 있는 ‘올리고머화 아밀로이드 베타(Oa β , Oligomeric Amyloid Beta)’ 검사가 도입되어 시행되고 있다(그림 3).
- 알츠하이머성 치매의 병리는 다양하지만 일반적으로 치매를 유발하는 ‘베타 아밀로이드’라는 단백질이 쌓이면서 뇌 신경세포가 손상되어 발생하는 것으로 알려져 있다.
- 올리고머화 아밀로이드 베타 검사는 소량의 혈액만으로도 가능한 비침습적 검사로 접근성이 좋고, 진단 정확도는 85% 이상으로 고가의 아밀로이드 PET 검사와도 견줄만 하다.
- 올리고머화된 알미로이드 베타는 인지장애 등 임상 증상이 나타나기 15~20년 전부터 검출될 수 있기 때문에 무증상 단계에서도 위험도를 조기에 예측할 수 있다는 장점이 있다.

그림 3. 알츠하이머병의 병리학적 진행과 바이오마커의 변화



자료 : 서울배내과

1) 바이오마커: 세포나 혈관, 단백질, DNA 등을 이용해 몸 안의 변화를 알아낼 수 있는 지표

■ 후각 진단

후각 진단 :

- 전두엽으로 전달된 후각 신호를 측정하여 치매 위험을 분석

뇌파 진단 :

- 뇌파 자동 노이즈 제거 기술과 성별·연령별 데이터 베이스 구축으로 진단 정확도 향상

- 근적외선 분광기법을 이용한 후각 자극 테스트를 통해 전두엽으로 전달된 후각 신호를 측정하여 경도인지장애와 치매 환자를 선별하고 5년 이내에 치매가 발생할 확률을 예측한다.
- ‘근적외선 분광기법’은 치매 의심 환자의 뇌 전두엽에 근적외선을 쏘 반사되는 혈류량 데이터를 분석한다(그림 4).
- 일회용 검사 기기를 이마에 붙이고 4~5개의 특정 냄새를 맡도록 해 후각에 자극을 준 뒤 전두엽의 헤모글로빈 신호 패턴을 AI로 분석해 치매를 진단한다.
- 이와 같은 후각 진단 방법은 정확도는 90% 수준으로 후각 신경의 경우 청각이나 시각과 달리 교육이나 생활 습관에 따른 편차가 적어 신뢰성이 높다.

그림 4. 후각 테스트를 통한 경도인지장애 환자 선별 솔루션

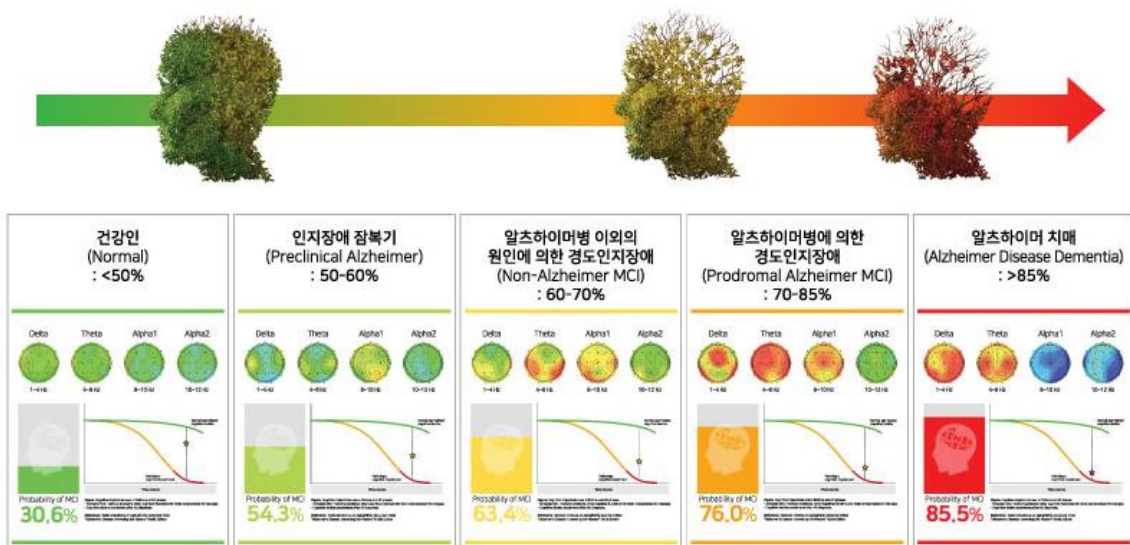


자료 : 엔서

■ 뇌파 진단

- SI를 이용하여 특정 질병의 진단이나 예후 예측을 보조하는 뇌파 바이오마커 알고리즘으로 기억장애형 경도인지장애를 진단한다(그림 5).
- 과거에는 뇌파의 신호가 노이즈에 취약해 노이즈를 제거하는 과정에 시간이 많이 소요되고 검사결과 해석이 쉽지 않다는 점에서 활용에 한계가 있었다.
- 뇌파 데이터 전처리(pre-processing) 과정에 딥러닝 방식을 도입하여 노이즈 제거 작업을 자동화하고, 정량적 뇌파분석법을 도입하여 뇌파 데이터를 시각화함으로써 경도인지장애 진단 효율성이 높아졌다.
- 연령별·성별로 뇌파 특성에 차이가 있다는 점에 착안하여, 치매 의심 환자의 뇌파를 해당 연령대의 건강한 사람의 데이터베이스와 비교하여 분석에 활용하기도 한다.

그림 5. 경도인지장애 및 치매 단계별 뇌파 변화



자료 : 아이메디신

■ 음성 진단

음성 진단 :

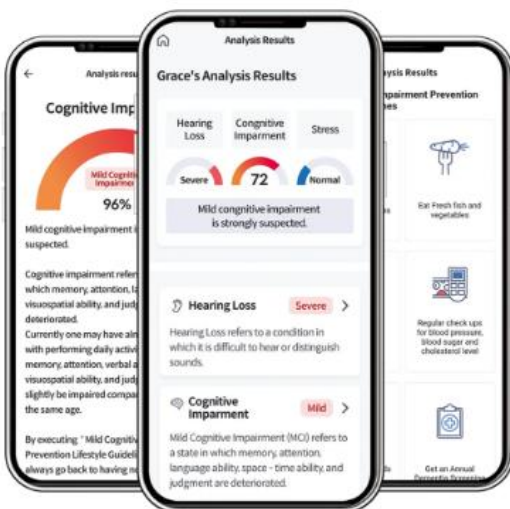
- 스마트폰 앱을 통해 음성만으로 간편하게 치매 위험을 진단

- 음성 변화에 따른 뇌의 기능성 퇴화 패턴을 분석하여 치매 발생 가능성을 예측한다(그림 6).
- 음성 진단 기술은 스마트폰과 같이 음성을 인식할 수 있는 기기만 있으면 목소리만으로 조기에 치매를 진단할 수 있다는 점이 장점이다.
- 음성으로 치매를 진단하는 한 기업에서는 △화면에 보이는 문장을 소리내어 읽기(난청검사) △화면에 보여지는 그림을 보고 주어진 상황을 설명하기(인지장애검사) △그림을 보고 선택, 점수로 환산하여 스트레스 정도 추정(스트레스 검사) 등 3단계의 검사를 한 뒤 치매 전 단계인 인지장애와의 관계를 예측한다.
- 이외에 몇 가지 간단한 질문에 답변하면 시가 대화 내용을 바탕으로 언어 유창성과 의미 기억력을 분석한 뒤 뇌 활성화 상태를 파악하고 인지기능저하 여부를 판별하기도 한다.

3. 시사점

- 치매는 근본적인 치료법이 없는 만큼 예방을 위한 조기 검진과 건강한 생활습관이 중요하다.
- 고령화가 가속화되고 있는 우리 사회에서 치매에 대한 예방과 케어는 개인의 노력에 맡기기 보다는 사회와 기업의 적극적인 대응이 함께 이루어질 필요가 있다(표 1).
- 치매에 대한 사회적 인식이 높아짐에 따라 보험사는 단순히 치매 진단 시 금전적 보상을 제공하는 것을 넘어 종합적인 치매 관리 서비스를 강화하는 방향으로 진화해야 한다.
- 특히 무증상 시기에 치매 위험을 미리 파악할 수 있는 치매 조기진단 서비스는 중증치매로의 진행을 예방하고 삶의 질을 높이는 데 매우 효과적일 것이다.
- 고객 스스로 스마트폰 앱을 통해 병원 방문없이 일상생활에서 간편하게 치매 위험을 모니터링하고 생활습관을 개선할 수 있도록 디지털 헬스케어에 음성인식 등 조기진단 서비스를 제공하는 것도 검토할 수 있다.

그림 6. 음성 활용 치매 위험도 예측



자료 : 보이노시스

표 1. 치매 조기진단 기술별 주요 기업

구분	내용
혈액 진단	• 피플바이오 - 세계 최초 혈액 기반 알츠하이머성 치매 조기 진단키트 상용화 - 보건복지부 신의료기술 인정('21년)
후각 진단	• 앤서 - 후각 자극을 통한 치매 진단 보조장치 - 의료기기 식품의약품안전처 허가 절차 중
뇌파 진단	• 아이메디신 - 건강인 매칭 AI 자동 뇌파 분석 솔루션 - 식품의약품안전처 의료기기 인증('20년), 미국 FDA 승인('22년)
음성 진단	• 세븐포인트원 - 1분간의 음성 데이터 분석을 통해 치매 고위험군을 선별 - 미국 FDA 승인('24년)

자료 : 각 사 홈페이지

정책 동향

산업 및 안전관련 정부의 정책정보를 제공합니다.



1. 화재 사고, 인명피해 막는 안전관리가 최우선

#화재 사고

#발열·화재 감지장치

고용노동부는 경기도 화성의 전기 제조업체를 방문하여 안전관리 상황을 점검하고, 전지 사업장·협회, 소방화재 전문가 등과 전지 사업장 안전관리 간담회를 개최하여 현장의 의견을 청취했다. 이정식 장관은 “화재·폭발 예방을 위해서는 작업장의 시설 구조 및 공정 안전관리가 중요하다.”라고 하면서, “그럼에도 불구하고, 화재·폭발이 발생 했다면 일단 신속한 대피가 최우선이 되어야 한다.”라고 강조했다. 아울러, (주)비트로셀에서 과거 두 차례 화재(‘15년, ‘17년)를 겪은 이후 건물 재구축, 공정 안전관리, 초동 대응 체계 구축 등으로 화재 발생에 대비하고 있다는 설명을 듣고, 이러한 우수사례를 현장에 널리 확산토록 하겠다고 언급했다. (주)비트로셀은 “인명피해를 막는 것을 안전관리의 영순위로 삼고 있다.”라고 하면서, 철근콘크리트 단층 구조로 건물 구축, 전지 보관구역 등 공정별로 건물 분리·격벽 설치, 열화상카메라 등 발열·화재 감지장치 설치, 캄캄한 작업장과 초동 대응 없이 대피할 작업장 명확히 구분, 현장성 높은 교육 및 소방대피훈련 실시 등 자사의 사례를 발표·공유했다. 한편, 고용노동부는 6월 말부터 전지 사업장에 대해 현장점검을 집중 실시하고 있으며, 화재·폭발 예방 등을 위해 필요한 사항이 확인되면 시정·개선토록 하면서, ‘소화설비, 경보·대피 설비 지원사업’을 신속히 연계하고 있다. 고용노동부 관계자는 현장의 의견수렴을 바탕으로 8월 중 소규모 사업장에 대한 산업안전 지원 강화를 포함한 정부 대책을 실효성 있게 마련하겠다고 밝혔다.

[고용노동부 2024년 8월 1일 보도자료 \(원문보기 클릭\)](#)

2. 비행 중 난기류 안전강화 대책 마련

#비행 중 난기류

#난기류 정보

국토교통부 장관은 최근 증가하는 항공기 난기류 피해를 최소화하기 위해 산·학·연과 협력하여 “난기류 사고예방대책”을 마련하였다. 이번 대책의 주요 내용은 4가지로 ‘항공사의 난기류 정보 공유확대’, ‘종사자역량 강화’, ‘난기류 위험성 대국민 홍보’, ‘국제기구와의 공조’ 등이다.

- ✓ 항공사의 난기류정보 공유확대를 위해 민간 기상정보서비스를 LCC들도 사용 시 운수권 배분에 반영하여 사용을 유도
- ✓ 조종사와 운항관리사의 기상정보 분석·회파·대응역량을 향상하기 위해 정기적으로 기상전문가와 함께 세미나·워크숍을 개최
- ✓ 비행 중 상시 좌석벨트 착용문화를 조성하기 위해 기내안내방송 강화, SNS 활용 홍보, 난기류 체험관 설치 등을 추진
- ✓ 항공분야 국제회의를 통해 난기류 정보 공유 메커니즘을 구축하고 국가 간 정보공유를 활성화하도록 제언 예정

국토교통부는 “최근 난기류에 의한 부상 사고가 증가하고 있어, 비행 중 상시 좌석벨트를 착용해달라”고 당부하였다. 그리고 “난기류 사고는 완벽하게 예방하기는 어렵지만 국토부는 난기류 사고를 줄이기 위해 최선을 다하고 있으며, 비행 중 예상하지 못한 사고가 발생할 수도 있으니, 승무원의 안전지시를 준수해 주실 것”을 강조하였다.

[국토교통부 2024년 8월 15일 보도자료 \(원문보기 클릭\)](#)

3. 지반침하 예방을 위해 고위험지역 특별점검 실시

#지반침하

#지하 안전 관리체계

국토교통부는 지반침하가 연속해서 발생함에 따라, 13일 오전 서울에서 전문가 간담회를 개최하여 지반침하 예방을 위한 대책을 논의하고, 지반침하 예방활동을 점검한다. 지하 안전 관리 체계 개선방안의 주요내용은 다음과 같다.

- ✓ 지반침하 고위험지역에 대한 특별점검 등 관리 강화
- ✓ 지반탐사의 신뢰도 제고를 위한 지반침하 예측기술 고도화
- ✓ 극한 기후 위기에 대비 가능한 실효성 있는 지하안전관리체계 확립
- ✓ 연약지반에서의 굴착공사 관리 강화
- ✓ 지자체·지하시설물관리자 정보공유 및 협력·지원 강화

간담회를 주재한 국토교통부 장관은 “지반침하 사고를 예방하기 위해서는 지속적인 지반탐사와 발견된 공동에 대한 신속한 복구가 중요하다.”면서, “급격한 기후변화에 대비하기 위해서는 기존의 탐사/복구 위주의 관리방식은 미흡한 측면이 있으므로 예측/예방 중심의 스마트 지하 안전 관리체계를 조속히 마련해야 한다.”고 강조하였다.

[국토교통부 2024년 9월 13일 보도자료 \(원문보기 클릭\)](#)

4. 가을철 산불 위험 증가에 따른 정부 특별 대비·대응 강화

#산불 위험 증가

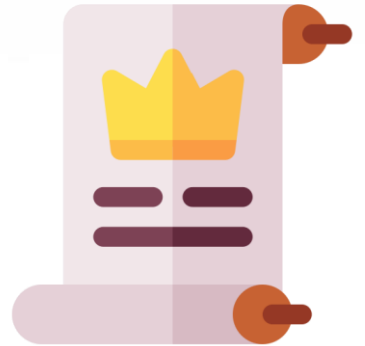
#산불조심시간

행정안전부는 ‘가을철 산불 방지 관계기관 대책 회의’를 개최했다. 이번 회의는 가을철 산불조심기간(11. 1. ~ 12. 15.)을 앞두고, 기관별 산불 대비·대응 체계를 점검하기 위해 마련했다. 기상청에 따르면, 12월 말까지 경북 일부 지역에 기상 가뭄이 예상되며, 11월~12월 강수량을 평년보다 대체로 적을 것으로 전망된다. 이날 회의에서는 가을철 건조한 날씨와 더불어 북한의 쓰레기 풍선 살포로 산불 발생 가능성이 커진 만큼, 이에 대비한 기관별 대책을 집중 점검했다. 산림청은 국방부와 협력해 쓰레기 풍선이 낙하할 확률이 높은 지역을 중심으로 진화대·차량·헬기 등 산불진화 자원을 비상 대기하고 상황 관리 체계를 유지한다. 국방부는 비무장지대 내 대형산불 발생에 대비해 산불 감시와 유관기관 대응 협력을 강화한다. 이와에도 첨단 기술을 활용한 산불 대응 방안, 송전선로 주변의 가연물 제거 및 위험수목 벌채 방안, 영농부산물 처리 대책 등도 함께 논의했다. 정부는 가을철 산불조심기간 동안 국방부, 산림청, 소방청, 지자체 등 유관기관이 협력하여 대형산불로 이어지지 않도록 신속한 상황정보 공유, 산불 예찰 활동 및 모니터링 강화, 산불 발생 시 초동 조치 태세 확립 등 산불재난 대비·대응 체계를 강화하기로 했다. 행정안전부는 “정부는 가을철 산불 위험이 큰 만큼 만일의 산불에 대비해 예찰 활동을 강화하고 산불 발생 시 가용자원을 총동원하여 피해를 최소화하도록 노력하겠다.”라고 말했다.

[행정안전부 2024년 10월 18일 보도자료 \(원문보기 클릭\)](#)

법령 동향

주요 고객 영위업종 등과 관련된 법률 및 규제정보를 제공합니다.



입법예고

화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 일부개정

#배터리 공장 화재

#소방청

「화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률」

23명의 목숨을 앗아간 ‘화성 배터리 공장 화재 참사’를 계기로 방재 사각지대에 방치된 배터리 화재 대책 마련을 요구하는 목소리가 높아지고 있다. 소방청이 국내 배터리 관련 공장 413개소를 대상으로 긴급 화재 안전 조사를 시행한 결과 88개 업체(21.3%)에서 총 119건의 법 위반 사항이 적발되어 배터리 관련 공장 5곳 중 1곳이 위험물 취급 관리가 소홀한 것으로 드러났다. 이에 배터리 공장 등에 대한 특별관리를 위해 소방안전 특별관리시설물에 ‘배터리 제조 및 보관 관련 시설로서 대통령령으로 정하는 시설’을 추가하려는 것이다.

산업안전보건법 일부개정

#산업재해

#안전보건관리

「산업안전보건법」

최근 폭염, 홍수 등으로 인한 재해 발생 위험에도 사용자가 작업을 중지시키지 않음에 따라 업무를 수행하게 되어 산재사망에 이르는 안타까운 일이 지속적으로 발생하고 있다. 현행법은 ‘급박한 위험’에 대한 명확한 정의와 근로자와 사업주 간 작업을 중지해야 하는 위험의 기준에 대한 합의가 없고, 작업 중지 조치를 통합적으로 관리할 주체가 부재하며, 작업을 중지한 근로자의 민사책임에 대한 면책규정 등이 미비한 상황이다. 이에 근로자가 산업재해가 발생할 위험을 인지하였다면 곧바로 작업을 중지할 수 있도록 하고, 근로자와 사업주 간 협의를 통해 그 기준을 수립하도록 하며, 작업중지 조치를 안전보건관리책임자가 통합적으로 관리하도록 함으로써 근로자 작업환경의 안전을 확보하려는 것이다.

시행법령

급경사지 재해예방에 관한 법률

#행정안전부

#급경사지

「급경사지 재해예방에 관한 법률」

(시행 `24.8.14.)

행정안전부장관 또는 시·도지사가 급경사지의 현황을 파악하기 위하여 실태조사를 실시할 수 있는 근거를 마련하고, 행정안전부장관이 붕괴위험지역 정비사업 관련 조사·계획·설계·시공 등에 필요한 기준을 정하여 고시하도록 하며, 시장·군수·구청장이 안전조치명령이 내려진 급경사지 주변에 안전조치명령이 있었다는 사실을 알리는 표지를 설치하도록 하고, 상시계측관리 업무를 수행하는 자로 하여금 실무교육훈련과정을 사전에 이수하도록 하는 등 현행 제도의 운영상 나타난 일부 미비점을 개선·보완한다.

기후위기 적응 및 국민안전 강화에 관한 특별법안

#기후위기

#기후위험평가

「기후위기 적응 및 국민안전 강화에 관한 특별법안」

(시행 `24.9.12.)

기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법을 통하여 탄소중립 사회로의 이행을 위한 온실가스 감축과 기후위기에 대한 적응을 위한 제도와 기반을 마련하고자 하였으나, “취약성”, “회복력”에 관한 구체적인 정의가 규정되어 있지 아니하다. 이에 “기후위기 취약성”, “기후위험”, “기후회복력”, “기후위기 적응 정보” 개념을 구체화하여 규정하고 “기후위기 적응정보”의 수집·생산·관리·보급 주체를 명확히 한다. 기후위기 영향 및 취약성 조사·분석 등 기후위기 적응정보를 토대로 한 기후위험평가를 통하여 기후위기 적응 추진의 의사결정에 있어 불확실성을 줄임으로써, 기후위기 적응대책 등의 추진상황 점검의 실효성을 확보할 수 있도록 한다. 기후위험지도 및 기후위기 취약계층 실태조사를 통하여 기후위기 대응사업이 실질적으로 이루어지도록 하고자 한다.

 KB손해사정
기업위험관리실

발간일

2024. 11. 18.

발간처

KB손해사정 기업위험관리실 연구개발센터

발간번호

제 2024-05호



더많은 뉴스타가

