

기후변화 적응 전문가 세미나

기후변화대응연구센터



2021. 6. 4.

Budyko Framework를 활용한 산불이 대규모 산림유역의 유출량에 미치는 영향분석

이상기

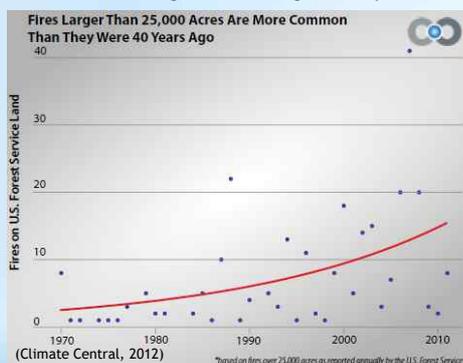
공학박사 | 토목공학

전임연구원 | 동국대학교 생태환경연구소

기후변화 적응 전문가 세미나

1. Background

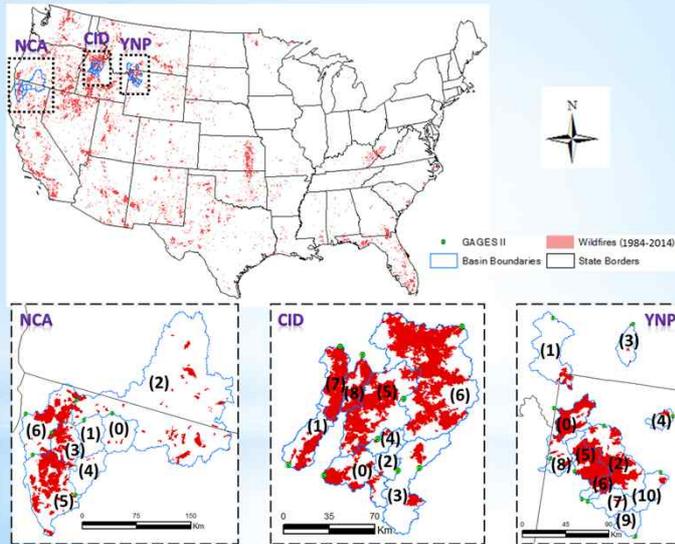
- Climate change: Increasing severity of wildfire



■ *Hypothesis* : Changes in evapotranspiration $\sim f(\text{tree mortality}, \text{regrowth of burned forest})$

- Objective: Quantify the impact of wildfire using Budyko framework

2. Study Sites

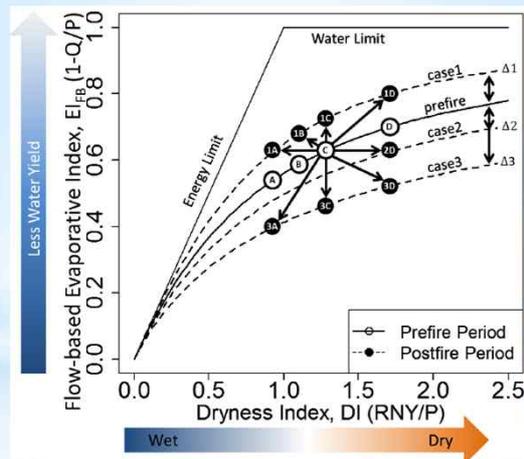


- Threshold:
 - 10% of burned area
- CID (semi-arid)
 - central Idaho
- YNP (semi-arid)
 - Yellowstone National Park
- NCA (Mediterranean)
 - Northern CA

2/12

3. Application of Budyko Framework

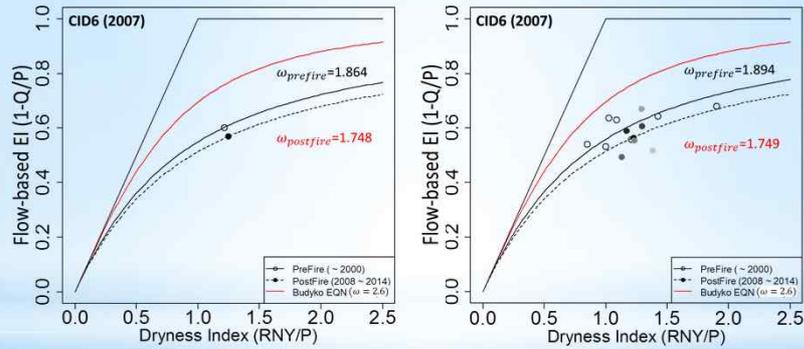
- Wildfire as an external disturbance
 - within burned watershed linked with climate condition



3/12

3. Application of Budyko Framework

- Fu (1981): $EI = 1 + DI - (1 + DI)^\omega$
 - long-term averaged (left) and yearly time scale (right)

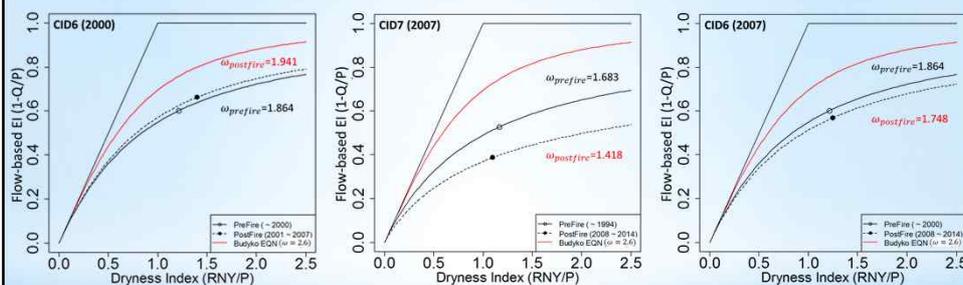


- Flow-based EI: $EI_{fbw} = 1 - Q/P$
 - assuming steady-state condition

4/12

3. Application of Budyko Framework

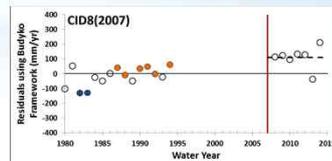
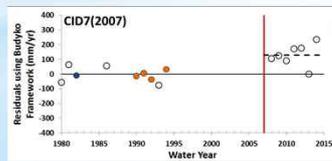
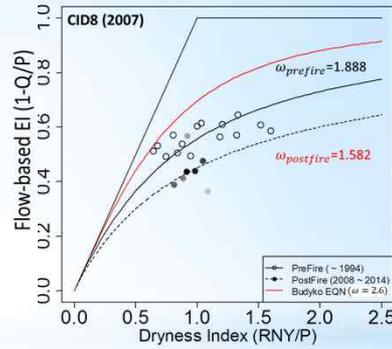
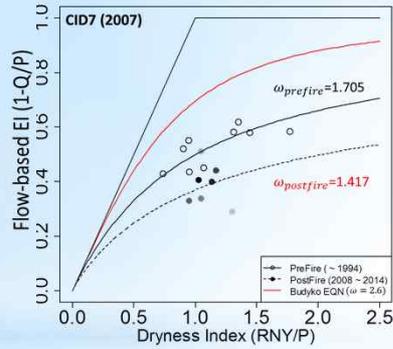
- Long-term averaged time scale



5/12

3. Application of Budyko Framework

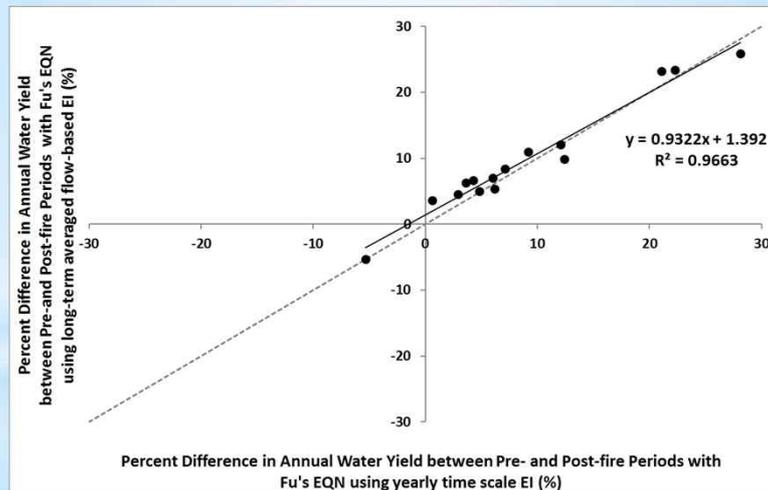
Yearly time scale



6/12

3. Application of Budyko Framework

Percent difference in post-fire annual water yield



7/12

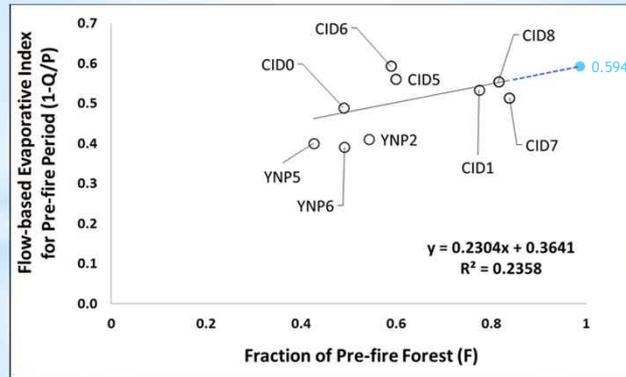
4. Role of Burned Landcover

- Equation of tree mortality (m; %)

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = \frac{Q_{post} - Q_{pre}}{Q_{pre}} = m \left\{ \frac{P_{pre} (c-1)}{Q_{pre} (1-F)} + \frac{1}{1-F} \right\}$$

- c : efficiency coefficient of evapotranspiration of forest under given precipitation

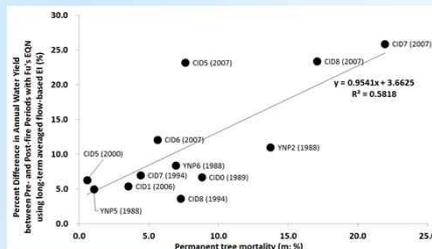
$$c = ET_f / P \approx EI$$



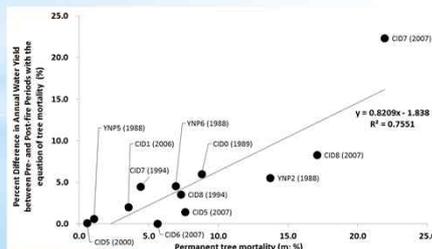
8/12

4. Role of Burned Landcover

- Post-fire response in AWY following permanent tree mortality



- Budyko framework
 - long-term averaged time scale
 - linear correlation

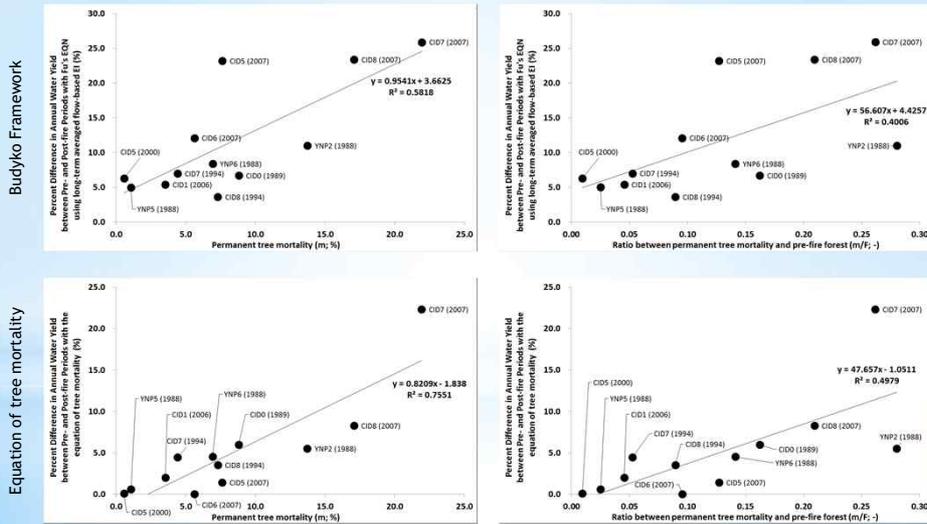


- Equation of permanent tree mortality
 - linear correlation
 - stronger model power than Budyko framework

9/12

4. Role of Burned Landcover

- Post-fire response in AWY following permanent tree mortality

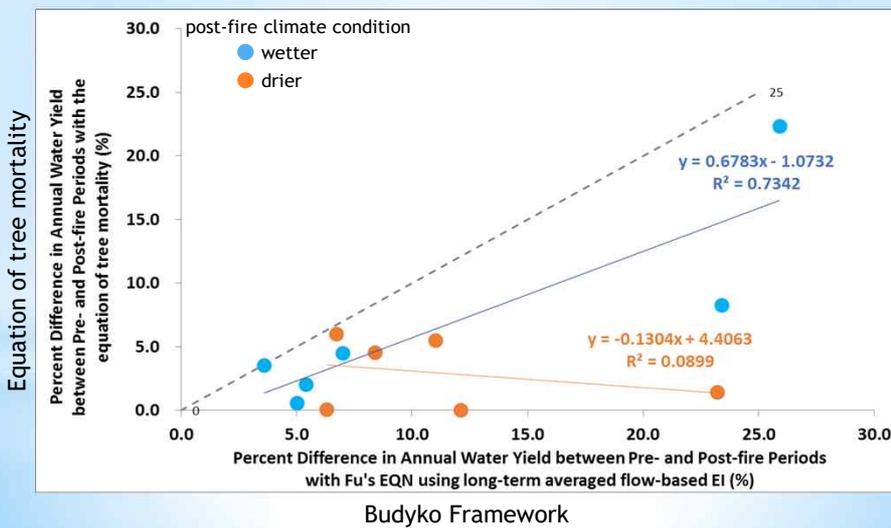


Correlation btw dQ% and m/F shows same trend with m but smaller model power; I suggest not to use changes in forest fraction m/F

9/12

4. Role of Burned Landcover

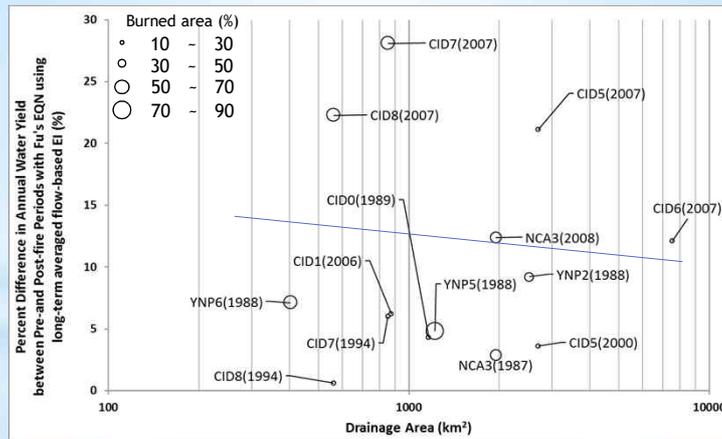
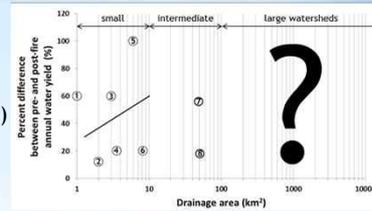
- Comparison between Budyko framework and the equation of tree mortality



10/12

5. Size Effect

- Insignificant size effect in large watersheds ($R^2=0.04$)



11/12

6. Conclusions

1. Extension of usability of the Budyko Framework testing impact of wildfire
2. Increasing post-fire annual water yield in large watersheds
3. Possibility of long-term response
4. Increasing wildfire impact following permanent tree mortality
5. Changes in annual water yield associated with tree mortality and regrowth
6. Undetectable size effect in large watersheds

12/12

Thank you

Supplementary Information

Guages and Station Names of Study Sites

Site	Watershed ID	Gauge ID	Station Name
CID	0	13235000	South Fork Payette River at Lowman, ID
	1	13237920	Middle Fork Payette River near Crouch, ID
	2	13295000	Valley Creek at Stanley, ID
	3	13296500	Salmon River below Yankee Fork near Clayton, ID
	5	13309220	Middle Fork Salmon River at Middle Fork Lodge near Yellow Pine, ID
	6	13310199	Middle Fork Salmon River at Mouth near Shoup, ID
	7	13310700	South Fork Salmon River near Krassel Ranger Station, ID
	8	13313000	Johnson Creek at Yellow Pine, ID
YNP	0	06037500	Madison River near West Yellowstone, MT
	1	06043500	Gallatin River near Gallatin Gateway, MT
	2	06186500	Yellowstone River at Yellowstone Lake outlet, YNP
	5	13010065	Snake River above Jackson Lake at Flagg Ranch, WY
	6	13011500	Pacific Creek at Moran, WY
	7	13011900	Buffalo Fork above Lava Creek near Moran, WY
NCA	10	06280300	South Fork Shoshone River near Valley, WY
	0	11517500	Shasta River near Yreka, CA
	1	11519500	Scott River near Fort Jones, CA
	2	11520500	Klamath river near Seiad Valley, CA
	3	11522500	Salmon River at Somes Bar, CA

Supplementary Information

Input data

Variable	Unit	Period	Resolution	Estimation error	Source
Wildfire (F)	km ²	1984 - 2014	N/A	N/A	MTBS
Landcover (NLCD)	%	1992, 2001, 2006, 2011	30 m	N/A	MRLC
Annual Water Yield (Q)	m ³ /s	1950 - 2014	N/A	N/A	USGS
Precipitation (P)	mm/year	1895 - 2014	4 km	±15% (Jeton et al., 2006)	PRISM
Actual Evapotranspiration (AET)	mm/year	1984 - 2006	8 km	RMSE: 186.3 mm/year (Zhang et al., 2010)	NTSG
		2007 - 2014	5 km	MAE: 120.5 mm/year (Running et al., 2017)	NASA
Net Radiation (RNY)	mm/year	1980 - 2014	19 km	unknown	NOAA

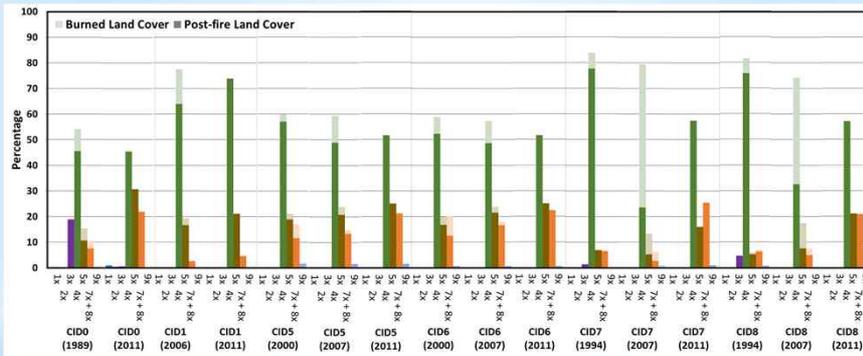
Supplementary Information

Literature of small watersheds

1. Stoof CR, Vervoort R, Iwema J, Elsen E, Ferreira A, Ritsema C. 2012. Hydrological response of a small catchment burned by experimental fire. *Hydrology and Earth System Sciences*, **16**: 267-285. DOI: 10.5194/hess-16-267-2012.
2. Scott D. 1993. The hydrological effects of fire in South African mountain catchments. *Journal of hydrology*, **150**: 409-432. DOI: 10.1016/0022-1694(93)90119-T.
3. Lane PN, Sheridan GJ, Noske PJ. 2006. Changes in sediment loads and discharge from small mountain catchments following wildfire in south eastern Australia. *Journal of hydrology*, **331**: 495-510. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2006.05.035.
4. and 6. Mahat V, Silins U, Anderson A. 2016. Effects of wildfire on the catchment hydrology in southwest Alberta. *Catena*, **147**: 51-60. DOI: 10.1016/j.catena.2016.06.040.
5. Helvey J. 1980. Effects of a north central Washington wildfire on runoff and sediment production. *Journal of the American Water Resources Association*, **16**: 627-634. DOI: 10.1111/j.1752-1688.1980.tb02441.x.
7. Hestling M. 1999. Hydrological modelling and a pair basin study of Mediterranean catchments. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, **24**: 59-63. DOI: 10.1016/S1464-1909(98)00012-4.
8. Kinoshita AM, Hogue TS. 2015. Increased dry season water yield in burned watersheds in Southern California. *Environmental Research Letters*, **10**: 014003. DOI: 10.1088/1748-9326/10/1/014003.

Supplementary Information

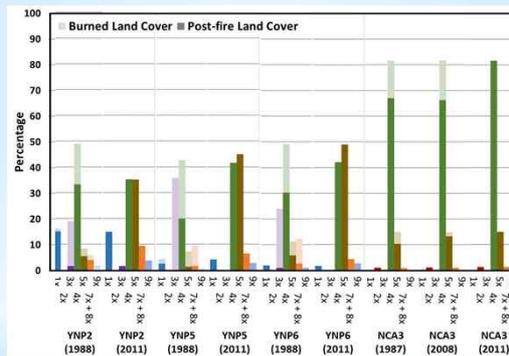
■ Changes in landcover composition



Fraction of burned and unburned land cover type and land cover composition after wildfire which is available recent observation in CID. Solid colored and mosaic bars are percentage of unburned and burned land cover type after wildfire, respectively. Numbers in parenthesis indicate major fire year at each burned watersheds. NLCD 1992 was used for wildfires in 1987, 1988, 1989 and 1994; NLCD 2001 was used for wildfire in 2000; NLCD 2006 was used for wildfires in 2006, 2007 and 2008. 1x (blue): water body and perennial snow, 2x (red): developed area, 3x (purple): barren, 4x (green): forest, 5x (brown): shrubland, 7x+8x (orange): grassland and cultivated crop, 9x (sky blue): wetlands.

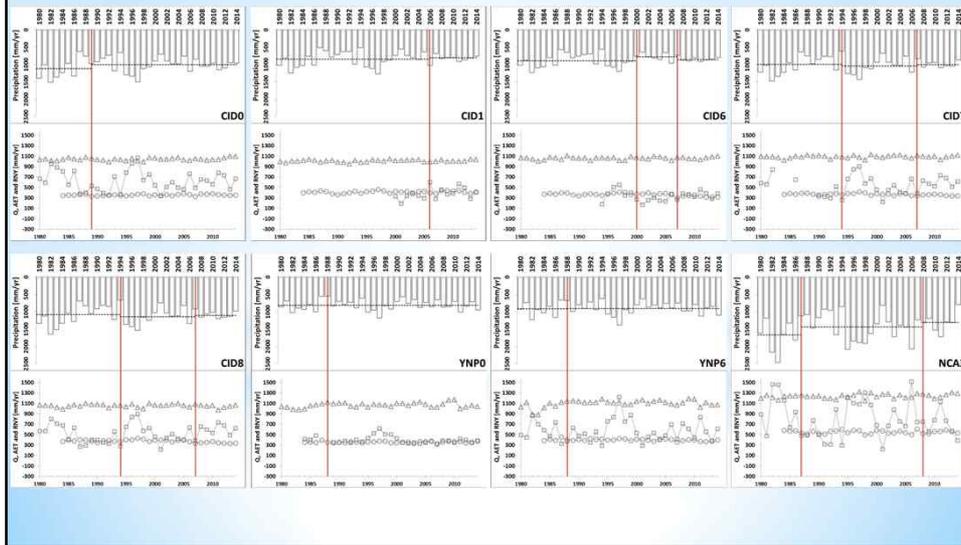
Supplementary Information

■ Changes in landcover composition



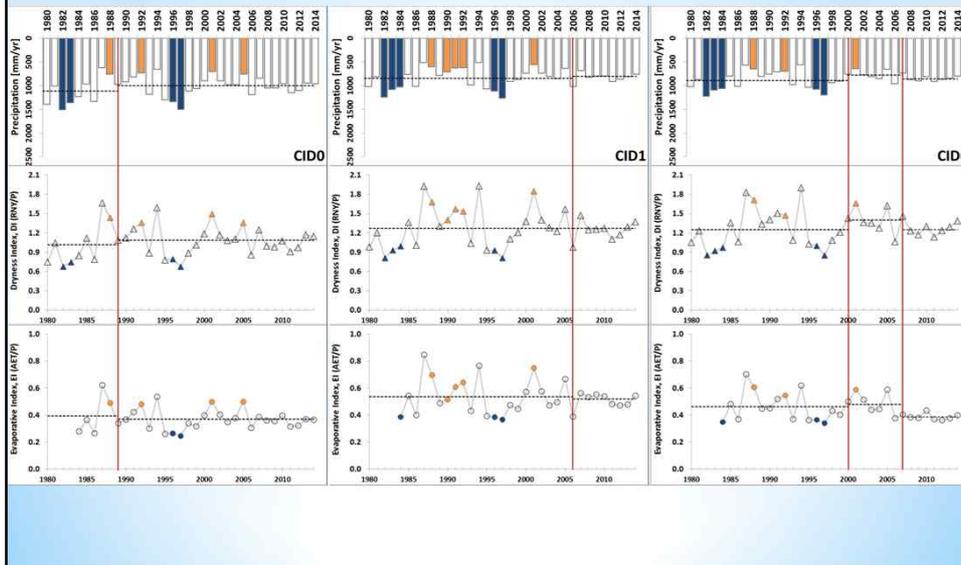
Supplementary Information

Raw Data: P, Q, AET and RNY



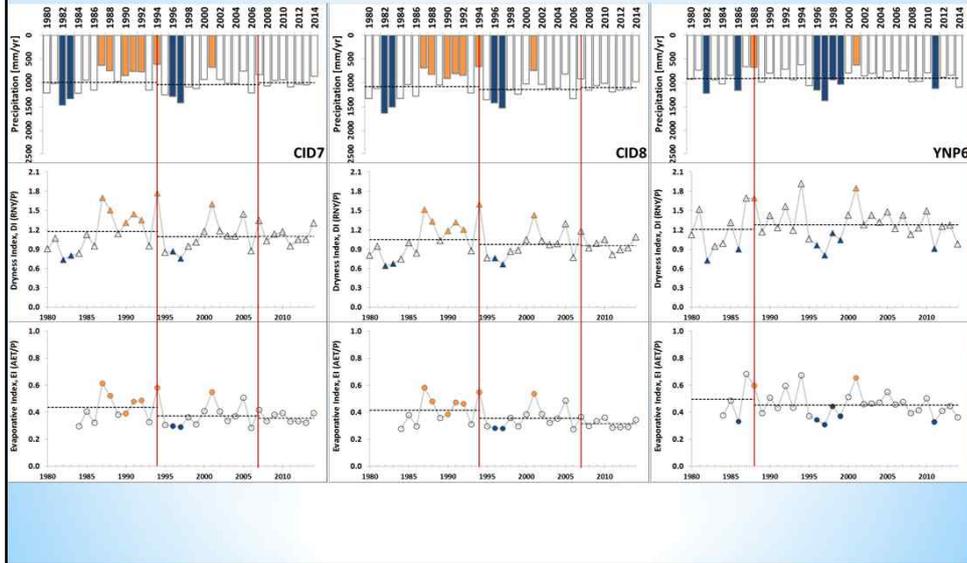
Supplementary Information

P, EI and DI with SPI



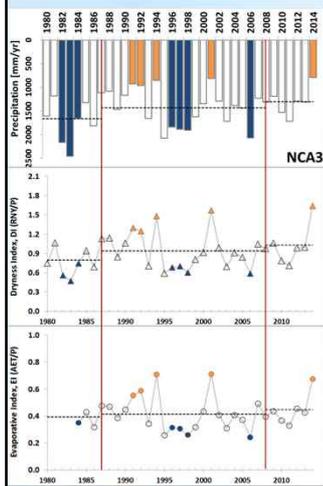
Supplementary Information

■ P, EI and DI with SPI



Supplementary Information

■ P, EI and DI with SPI



WY	CID0	CID1	CID6	CID7	CID8	YNP0	YNP6	NCA3
1980	0.37	-0.04	-0.19	-0.20	-0.28	-0.26	-0.42	0.45
1981	0.54	0.49	0.53	0.34	0.27	0.25	-0.06	-0.74
1982	1.22	1.43	1.44	1.29	1.23	1.12	1.29	1.42
1983	1.50	1.69	1.62	1.53	1.56	1.06	0.95	1.96
1984	1.00	1.15	1.24	0.84	0.79	1.19	0.99	1.39
1985	0.06	0.10	0.27	0.06	-0.01	0.53	0.35	0.06
1986	0.49	0.34	0.23	0.04	-0.01	1.12	1.20	-0.07
1987	-0.80	-0.91	-0.75	-1.09	-1.08	-0.23	-0.09	0.15
1988	-1.75	-1.67	-1.69	-1.85	-1.85	-1.27	-1.08	-0.97
1989	-0.56	-0.54	-0.70	-0.68	-0.73	-0.22	0.02	-0.25
1990	-0.79	-1.00	-0.85	-1.02	-1.12	-0.02	0.16	-0.65
1991	-0.97	-1.17	-0.85	-1.25	-1.39	-0.22	-0.11	-1.29
1992	-1.15	-1.03	-1.06	-1.31	-1.39	0.02	-0.42	-1.40
1993	-0.34	-0.18	-0.20	-0.38	-0.55	0.44	-0.16	0.05
1994	-0.98	-0.94	-0.80	-1.15	-1.33	-0.09	-0.45	-1.01
1995	0.04	0.14	-0.06	-0.15	-0.22	0.74	0.26	0.48
1996	1.40	1.64	1.54	1.25	1.13	1.54	1.73	1.24
1997	1.73	2.09	1.67	1.57	1.41	2.13	2.33	1.37
1998	0.31	0.51	0.47	0.23	0.00	0.99	1.26	1.10
1999	0.65	0.80	0.94	0.79	0.67	1.13	1.09	0.95
2000	-0.57	-0.50	-0.56	-0.40	-0.40	0.14	0.09	-0.20
2001	-1.62	-1.64	-1.49	-1.75	-1.74	-0.91	-1.07	-1.63
2002	-0.68	-0.66	-0.64	-0.70	-0.65	-0.47	-0.60	-0.44
2003	-0.78	-0.71	-0.68	-0.63	-0.59	-0.38	0.01	0.20
2004	-0.48	-0.19	-0.48	-0.42	-0.46	-0.19	-0.28	0.27
2005	-1.02	-0.73	-0.69	-0.83	-0.90	0.30	-0.37	-0.23
2006	0.32	0.65	0.28	0.38	0.28	0.82	0.46	1.36
2007	-0.45	-0.37	-0.33	-0.54	-0.53	-0.24	-0.57	0.09
2008	-0.29	-0.28	-0.20	-0.19	-0.25	0.42	0.46	-0.24
2009	-0.38	-0.63	-0.26	-0.69	-0.66	0.28	0.34	-0.92
2010	-0.22	-0.13	-0.23	-0.55	-0.60	-0.10	-0.17	-0.12
2011	0.38	0.45	0.43	0.18	0.12	1.15	1.18	0.86
2012	0.34	0.21	0.16	0.02	0.01	1.05	0.96	-0.15
2013	-0.31	-0.21	-0.27	-0.11	-0.15	-0.15	-0.29	-0.36
2014	-0.69	-0.59	-0.44	-0.80	-0.72	0.38	0.72	-1.17

Supplementary Information

Derivation 1/6

Relative changes in annual water yield after wildfire ($\Delta Q/Q_{pre}$) is defined as Equation S1.

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = \frac{Q_{post} - Q_{pre}}{Q_{pre}} \quad (S1)$$

where, Q_{pre} and Q_{post} are annual water yields for pre- and post-fire periods, respectively.

Equation S1 can be expressed as Equation S2 by substituting Equation 2 and Equation 3 into Equation S1.

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = \frac{P - (F - m)cP - \{1 - F + m\}k\alpha P - P + FcP + (1 - F)k\alpha P}{P - FcP - (1 - F)k\alpha P} \quad (S2)$$

Where, $ET_f = \alpha P$ and $ET_g = kET_f = k\alpha P$. P is a generic precipitation, which is the same over the watershed to measure the response via the change in landcover composition. If the major cover is forest and short vegetation including shrub, grass and crops then the overall response is due to the change in forested area. Thus, right-hand side of Equation S2 can be divided by P , then Equation S2 can be simplified as Equation S3.

Supplementary Information

Derivation 2/6

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = \frac{m \cdot c - m \cdot kc}{1 - Fc - kc + Fkc} \quad (S3)$$

Equation S3 can be expressed as a function of permanent tree mortality (m), which depicts the hypothesis of this study that changes in evapotranspiration due to permanent tree mortality is one of key factors for the post-fire response of annual water yield (Equation S4):

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = m \left\{ \frac{c - kc}{1 - Fc - kc + Fkc} \right\} \quad (S4)$$

Equation S4 can be re-arranged as Equation S5 by adding "+c-c" in denominator.

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = m \left\{ \frac{c(1-k)}{-Fc + Fkc + 1 - kc + c - c} \right\} = m \left\{ \frac{c(1-k)}{-Fc(1-k) + c(1-k) + 1 - c} \right\} \quad (S5)$$

Numerator and denominator of Equation S5 can be divided by $c(1-k)$ and then written as:

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = m \left\{ \frac{1}{1 - F + \frac{1-c}{c(1-k)}} \right\} \quad (S6)$$

Supplementary Information

Derivation 3/6

Equation S6 supports the hypothesis of this study that post-fire response in annual water yield will be determined by changes in capacity of evapotranspiration of a burned watershed (c and k) due to changes in landcover composition after wildfire (F and m). However, it is difficult to estimate the relative efficiency of evapotranspiration of short vegetation (k), which is site-specific empirical parameter. Thus, Equation S6 is required to be written with other variables that are easier to estimate than the k .

To replace k with other variables such as annual water yield and precipitation, let's recall the relationship between total evapotranspiration (left-hand side of Equation S7) and evapotranspiration via forest and short vegetation (right-hand side of Equation S7).

$$ET_{pre} = ET_f + ET_g = FcP_{pre} + (1 - F)kcP_{pre} \quad (S7)$$

Equation S7 can be divided by P (Equation S8).

$$\frac{ET_{pre}}{P} = EI_{pre} = Fc + (1 - F)kc = Fc + kc - Fkc \quad (S8)$$

Supplementary Information

Derivation 4/6

Equation S8 can be substituted into Equation S4 (Equation S9).

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = m \left\{ \frac{c(1-k)}{1 - EI_{pre}} \right\} \quad (S9)$$

And, water budget under steady-state condition is written as Equation S10.

$$P_{pre} = ET_{pre} + Q_{pre} \quad (S10)$$

Equation S7 can be substituted into Equation S10 (Equation S11)

$$P_{pre} = cP_{pre}(F + k - Fk) + Q_{pre} \quad (S11)$$

Flow-based evaporative index ($1 - Q_{pre}/P_{pre}$) corresponds to EI_{pre} under steady-state condition.

To define flow-based evaporative index from Equation S11, let's transpose Q_{pre} to the left-hand side and divide Equation S11 by P_{pre} then:

Supplementary Information

Derivation 5/6

$$1 - \frac{Q_{pre}}{P_{pre}} = EI_{pre} = c(F + k - Fk) \quad (S12)$$

Equation S12 can be re-arranged for c (Equation S13).

$$c = \frac{EI_{pre}}{F+k-Fk} = \frac{EI_{pre}}{1-(1-F)(1-k)} \quad (S13)$$

Equation S13 can be written for $(1 - k)$ (Equation S14).

$$1 - k = \left(1 - \frac{EI_{pre}}{c}\right) \frac{1}{1-F} = \frac{c - EI_{pre}}{c} \frac{1}{1-F} = \frac{c - EI_{pre}}{c(1-F)} \quad (S14)$$

Equation S14 can be substituted into Equation S9 then the k will be removed from the equation of relative changes in post-fire annual water yield (Equation S15).

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = m \left\{ \frac{c}{1 - EI_{pre}} \frac{c - EI_{pre}}{c(1-F)} \right\} = m \left\{ \frac{c - EI_{pre}}{(1 - EI_{pre})(1-F)} \right\} = m \left\{ \frac{1}{\frac{1 - EI_{pre}}{c - EI_{pre}}(1-F)} \right\} \quad (S15)$$

Supplementary Information

Derivation 6/6

EI_{pre} from Equation S15 was defined as flow-based evaporative index $(1 - Q_{pre}/P_{pre})$. Equation S15 can be expressed with Q_{pre} and P_{pre} instead of EI_{pre} through substitution of flow-based evaporative index into Equation S15 (Equation S16).

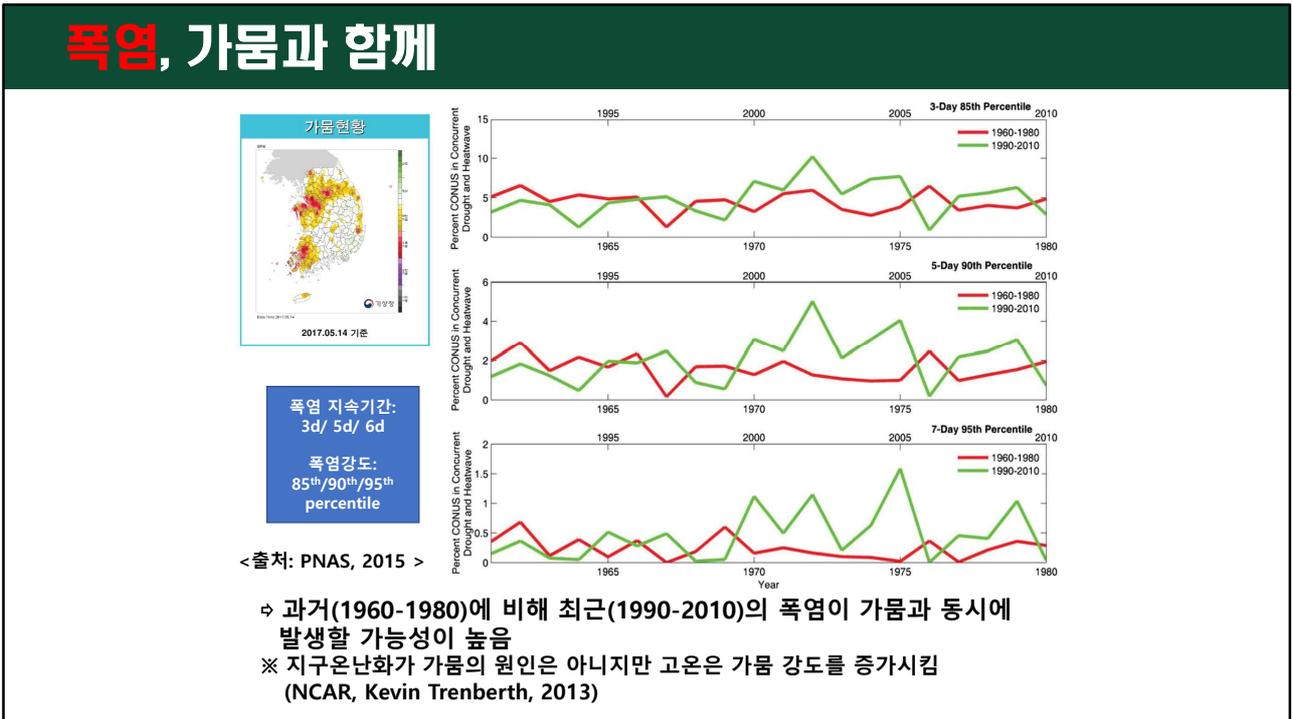
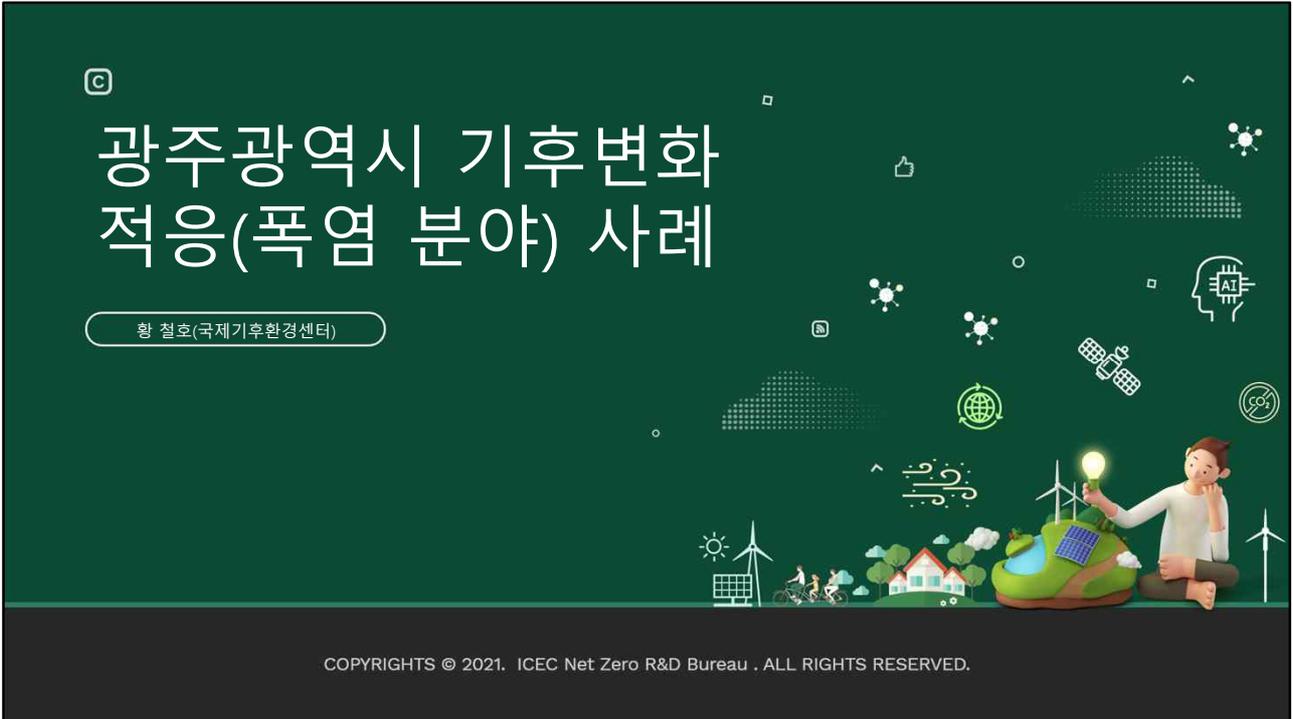
$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = m \left[\frac{1}{(1-F) \frac{Q_{pre}}{P_{pre} \left\{ c - \left(1 - \frac{Q_{pre}}{P_{pre}}\right) \right\}}} \right] = m \left\{ \frac{1}{(1-F) \frac{Q_{pre}}{cP_{pre} - P_{pre} + Q_{pre}}} \right\} \quad (S16)$$

Equation S16 can be simplified as Green Equation.

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = m \left\{ \frac{P_{pre}(c-1) + Q_{pre}}{Q_{pre}(1-F)} \right\} = m \left\{ \frac{P_{pre}(c-1)}{Q_{pre}(1-F)} + \frac{1}{1-F} \right\} \quad (\text{Green Equation})$$

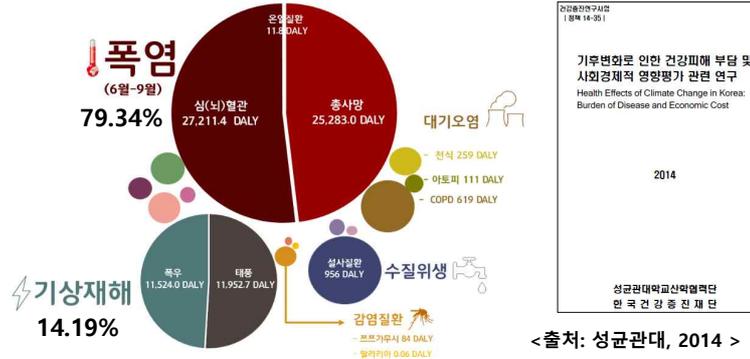
From Equation 4, the term $P_{pre} - cP_{pre}$ is the amount of water released by the watershed (Q_{forest}) if it is fully covered by forest ($F = 1$), thus Equation 4 could be interpreted as Equation S17.

$$\frac{\Delta Q}{Q_{pre}} = \frac{Q_{post} - Q_{pre}}{Q_{pre}} = \frac{m}{1-F} \left\{ \frac{Q_{pre} - Q_{forest}}{Q_{pre}} \right\} \quad (S17)$$



폭염, 위험성

< 기후변화 요인별 질병부담 (2011년 기준, 한국) >



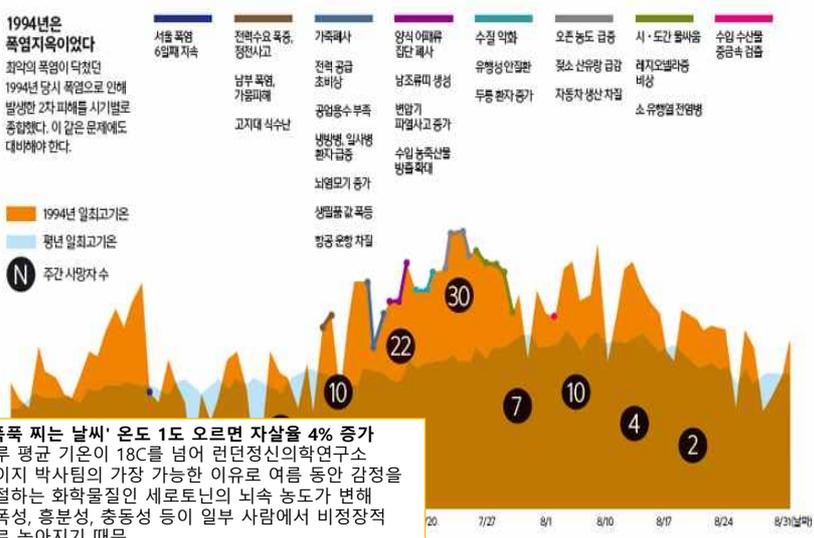
기후변화로 인한 건강피해 부담 및 사회경제적 영향평가 관련 연구
Health Effects of Climate Change in Korea: Burden of Disease and Economic Cost
2014
성균관대학교신학원역단
한국건강증진재단

< 출처: 성균관대, 2014 >

❖ DALYs(disability-adjusted life years, 장애보정생존년)란?
질병 및 상해로 인해 상실되는 건강, 즉, 질병부담을 포함하고, 비용-효과분석에서도 사용할 수 있는 단일 지표

DALY = **YLL** + **YLD**
 years of life lost (조기사망으로 인한 질병부담) + years lived with disability (장애로 인한 건강상실년수)

폭염, 영향력



< 출처: 과학동아, 2015.8 >

도시폭염, 위험성



대도시 도심 측정 온도 vs. 기상청 측정 온도 시중 구입한 온도계로 1일 각 장소에서 10~20분 온도 측정

지역	서울 광화문	서울 명동	서울 강남역	광주 송정역	광주 상무지구	대구 동대구역	대구 동성로
실측 온도	35도 (오후 1시)	37도 (오후 2시 30분)	35.1도 (오후 4시)	37.5도 (오후 2시)	41도 (오후 3시)	38도 (오후 2시)	36도 (오후 3시 30분 · 국지성 소나기)
인근 기상청 측정 온도	32.0도	32.2도	32.7도	34.8도	35.2도	34.6도	35.9도 (중리동 기상대 · 비 안 올)

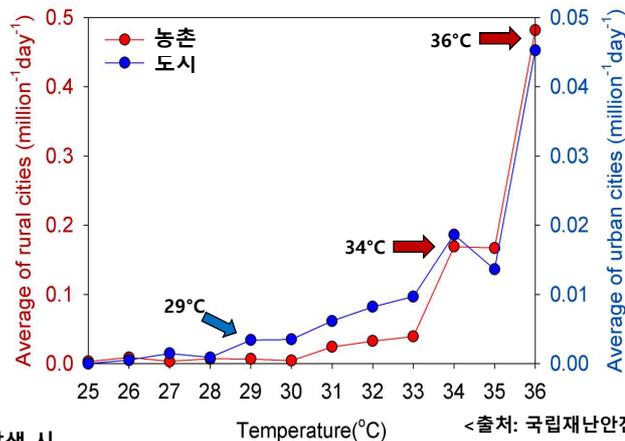
< 출처: 조선일보, 2016.8.3 >

도시 내 기온 차이는 건물/포장도로 및 식생 밀도에 의해 발생!

- 건물/도로 → 태양복사 축적 + 인공열 → 기온 상승
- 큰 키 식생(나무) → 태양복사 차단 → 지면온도 증가 방지
- 식생(나무/풀) → 태양복사 흡수 → 증발산 증가 → 기온 냉각

도시폭염, 위험성

< 최고기온 증가에 따른 폭염사망률 변화 >

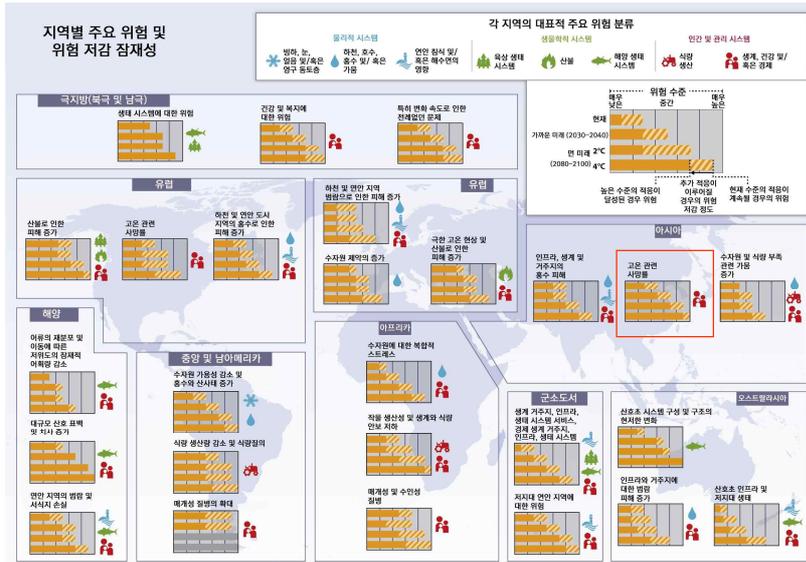


폭염 발생 시

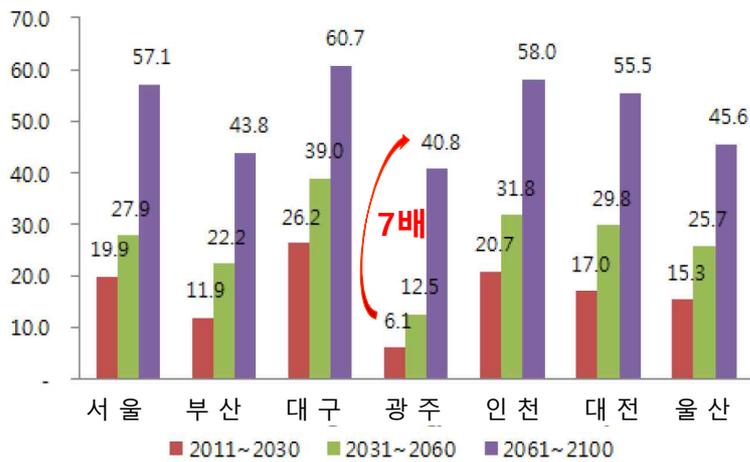
농촌의 폭염 사망률이 도시보다 10배 정도 높고,
 도시는 상대적으로 낮은 기온에서부터 피해 발생

< 출처: 국립재난안전연구원, 2015 >

미래 폭염 잠재위험성



미래 폭염 잠재위험성



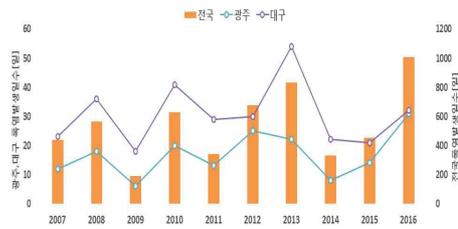
<출처: 신동희 등, 2015>

폭염이 늘어난 광주

□ 광주시 폭염현황

〈2016년 광주광역시 폭염일수 31일〉

	SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
7월	24 34.2℃	25 33.9℃	26 34.3℃	27	28 33.9℃	29 35.3℃	30 34.5℃
8월	31 36.0℃	1 35.7℃	2	3	4 33.9℃	5 35.1℃	6 34.5℃
7	8 33.1℃	9 34.8℃	10	11 34.5℃	12 36.7℃	13 37.2℃	14 35.7℃
14	15 34.9℃	16 34.9℃	17 34.1℃	18 34.7℃	19 34.8℃	20 35.9℃	
21	22 35.9℃	23 35.7℃	24 34.1℃	25 34.9℃	26 35.0℃	27	



- 광주광역시 : 2006년~2016년(최근 10년) 사이 평균폭염일수 2.2배 증가(14일 → 31일)
- 대구광역시 : 2006년~2016년(최근 10년) 사이 평균폭염일수 1.2배 증가(27일 → 32일)

열대야가 늘어난 광주

□ 열대야 일수

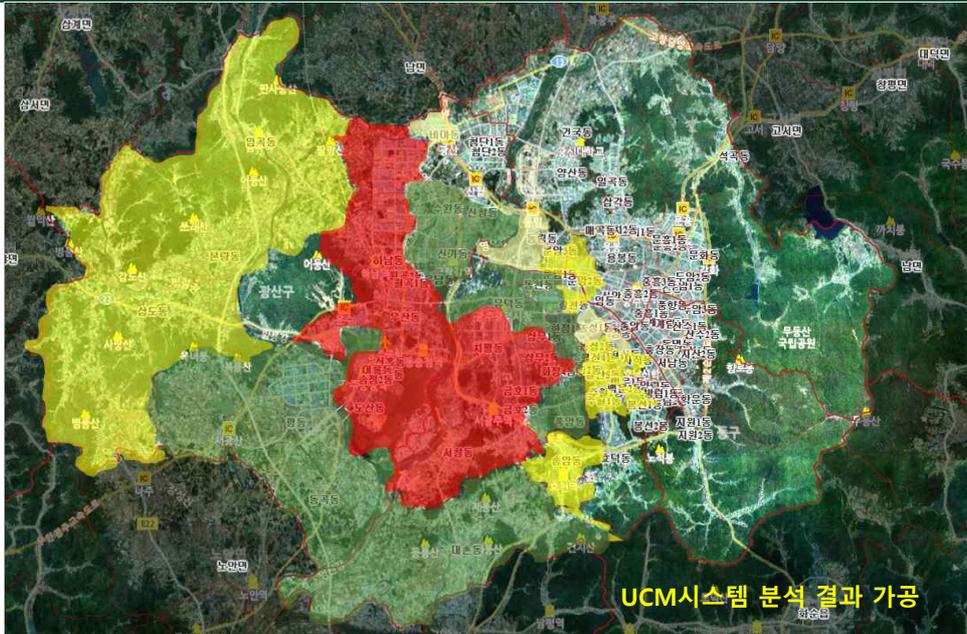


2016년 열대야 발생일수



- 광주광역시 열대야 발생일수는 최근 10년 222일로 약 3.5배 증가함
- 2016년 광주의 열대야 발생일수가 대구보다 많이 나타나 **광주시의 열대야가 더욱 심각**

종합 : 폭염일수+열대야일수+열지수+실측(측정점) 결과



광주광역시 기후변화 현황

10년 동안 연평균기온 **1°C 상승**

광주시민 83.9% '광주 폭염 심하다' 인식



2006~2015년 태풍 및 집중호우로 인한 피해 복구비 180억원 이상으로 확인됨
저지대 가구 및 도로 침수 등 공공시설, 건물 등에 재산 및 인명피해 발생

혹한, 폭설피해는 2016년 눈길 교통사고 및 낙상사고 등의 인명피해와 시설하우스 붕괴, 축사 파손 등 재산상의 피해 발생

폭염으로 인한 피해는 2016년 온열질환자 91명, 사망자 1명 발생 등 인명피해 발생

광주전남 2016년 폭염 피해 72만여마리 역대 최대치 기록, 폭염과 가뭄으로 논,밭작물 피해면적 9,957ha로 크게 증가

광주광역시 기후변화대응 노력

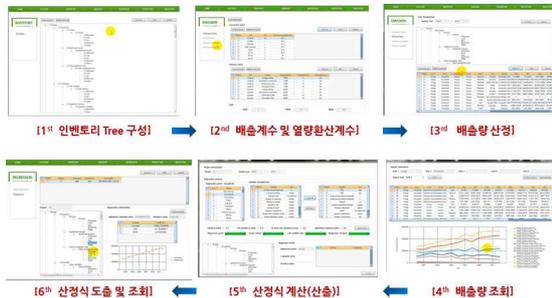
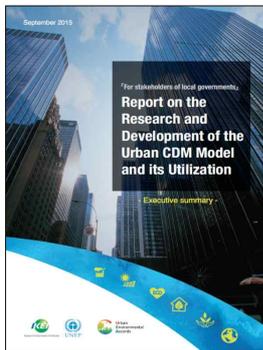


과학기반형 기후정책 사례

도시온실가스 예측진단프로그램

개발 배경

개도국 및 선진국 도시에서 도시CDM 사업을 추진하는데 있어 온실가스 관리 및 모니터링을 위해 활용 가능한 인벤토리 를 필요



과학기반형 기후정책 사례

도시탄소관리시스템

구축 목적

도시 탄소 관리 지원 및 의사결정을 위해 도시 분야별(건축물, 교통, 녹지 등) 온실가스 배출량 모니터링 및 평가를 위한 시스템

특징(차별성)

- 도시계획에 적합한 인벤토리 분류체계
- 필지단위 별 인벤토리 고도화
- 온실가스 배출원과 에너지원을 건물속성(행정동, 블록, 필지, 건축물) 정보 연계
- 에너지 및 온실가스 정보와 공간정보 연계
- 도시탄소관리 평가체계 구축

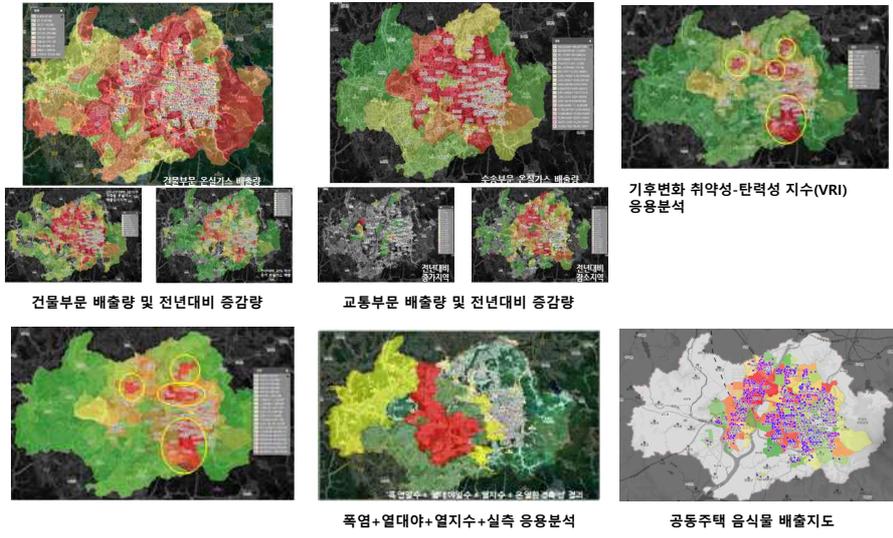
시스템 활용

- 지역별 특성을 고려한 정책 수립
- 지역 맞춤형 실천사업 발굴
- 계획 수립을 위한 기초자료로 활용
- 환경정보 및 취약성 지표와 연동



과학기반형 기후정책 사례

도시탄소관리시스템



과학기반형 기후정책 사례

시민정보제공

우리동네 온실가스 정보센터

- 광주광역시 온실가스 배출량 및 전망
- 구 및 동 단위 온실가스 배출 정보 제공
- 광주 및 우리동네 온실가스 DB 제공
- 온실가스 배출량 계산기 등



온실가스 인벤토리 보고서 매년 발행

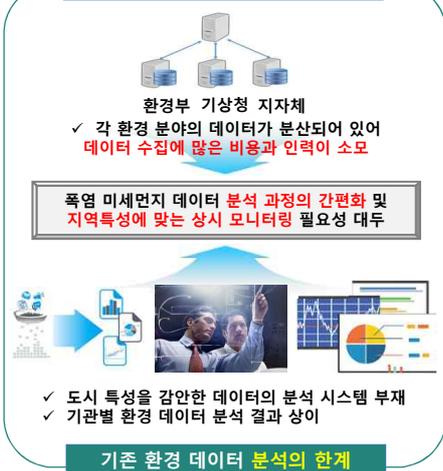
- 광주광역시 온실가스 배출 통계 및 전망
- 도시계획 분야 온실가스 배출 특성 (건축물 부문, 교통부문, 녹지 부문)
- GIS 기반 온실가스 배출현황 지도



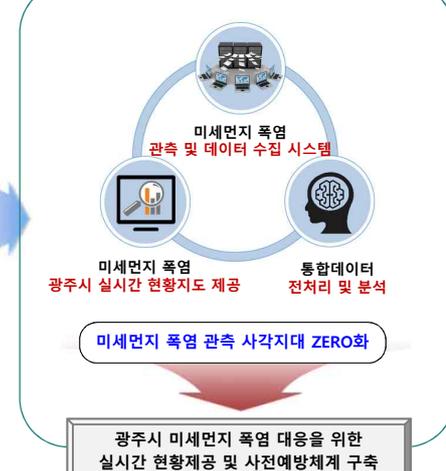
과학기반형 기후정책 사례

기후환경평가모델구축

기존 환경 데이터 수집의 한계

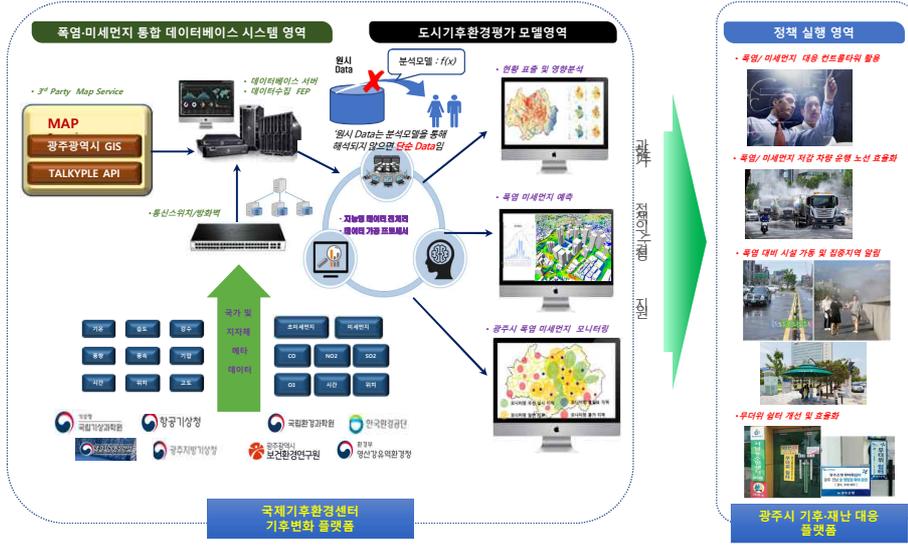


미세먼지 폭염 통합 D/B 시스템



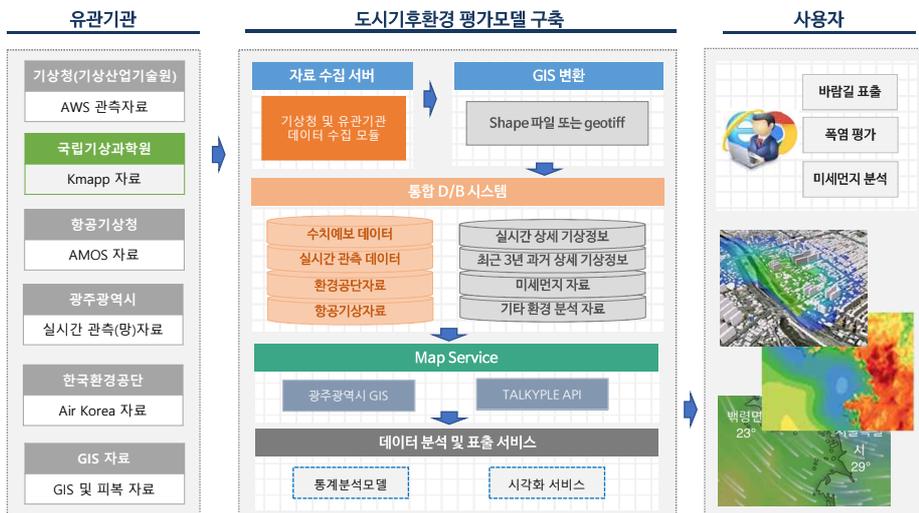
과학기반형 기후정책 사례

기후환경평가모델구축



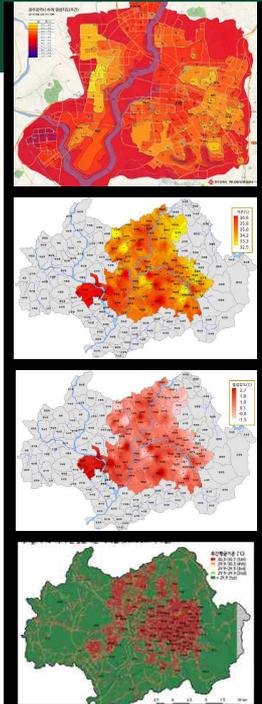
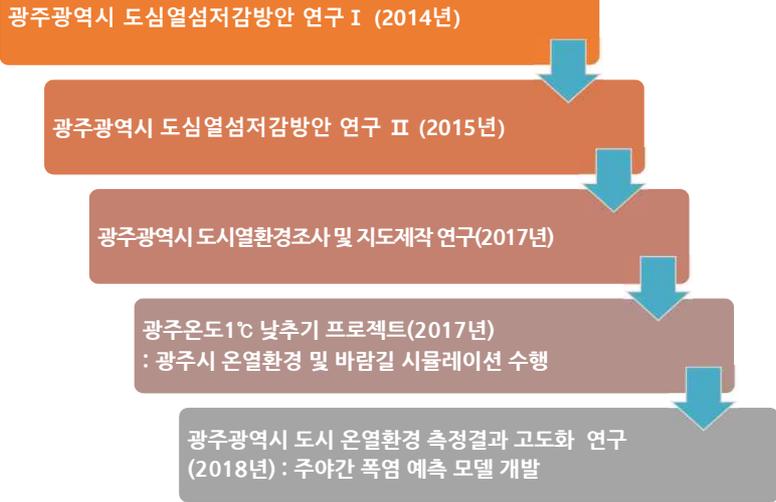
과학기반형 기후정책 사례

기후환경평가모델구축



과학기반형 기후정책 사례

폭염/바람길 연구 : 광주시 온열환경 조성 관련 연구



과학기반형 기후정책 사례

광주시 온열환경 조성 관련 연구 : CFD 해석 결과

- **주간해석** : 13시 결과로 태양 복사열이 지역내 미치는 영향 분석
- 토지이용, 살수, 인공열제어 등 조건 변화에 따른 온열환경 변화와
- 바람 유동장의 변화를 검토 : 조건변화에 따른 기온 풍속영향 확인

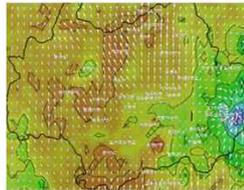
[기상 및 해석조건]

- 기상청 과거 10년 7~8월 평균 데이터 가정
- 주 풍향 : 남풍(탁월풍)
- 풍속 : 약 2.2m/s
- 지표온도 : 약 27°C
- 기타 : 건물, 도로 등 토지이용특성 입력

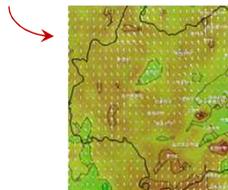
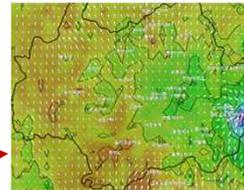
Case 1 : 현황(기준)



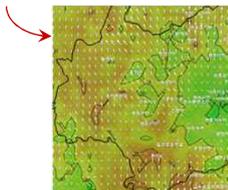
Case 3 : 건물/도로 → 초지화



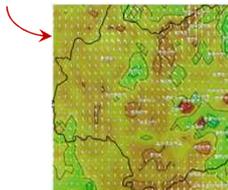
Case 5 : 옥상 및 벽면 → 녹화조성



Case 2 : 건물/도로 → 산림화



Case 4 : 건물/도로 → 살수처리



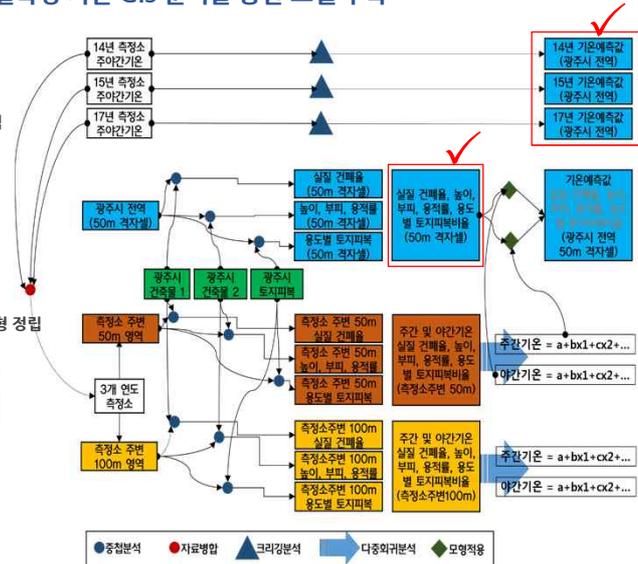
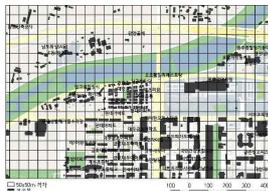
Case 6 : 인공열 제어(저감)

과학기반형 기후정책 사례

광주시 온열환경 조성 관련 연구 : 실측정 기반 GIS 분석을 통한 모델 구축

- 광주시 온열환경의 분석과정
 - 과거 3개년도 온습도 측정데이터
 - 지역내 온열환경 영향변수 물리량 분석 : 건물용, 높이, 용적률, 토지피복 등
 - 모델링 분석을 통한 예측모형 정립
 - 예측모형 활용 실증분석 수행

- 모형의 활용
 - 크리깅 보간법 : 열환경 분포도
 - 다변량 회귀분석 : 주야간 기온분포모형 정립



생활밀착형 기후정책 주요 사례

[폭염 대응]
시민과 더불어 시원한 녹색 도시 만들기

광주온도 1℃ 낮추기 프로젝트

[에너지 절약]
가정, 학교, 시설 등에서 에너지사용량 절감에 따른 인센티브 제공

탄소은행제

[온실가스 감축]
공동주택 온실가스 감축노력 지원

저탄소 녹색아파트 조성사업

생활밀착형 기후정책 주요 사례



생활밀착형 기후정책 주요 사례



[문화 프로그램]
뮤지컬을 통해
기후변화 관련
인식개선 교육

기후환경뮤지컬



[기후변화 지식 향상]
기후변화 관련
초등학생
퀴즈대회

도전 기후벨 대회



[홍보 캠페인]
기후행진의 날 및
녹색실천 관련
다양한 캠페인

응답하라 기후행동

생활밀착형 기후정책 주요 사례



[유아/초등 교육]
놀이와 체험으로 배우는 프로그램형 교육

기후변화교육체험관



[전문가 교육]
학교 교사 직무연수 및 전문가강사단과 감축 컨설턴트 양성

전문가 양성과정



[교구 및 교재 개발]
기후변화교사연구회 운영으로 개발

기후변화교육 콘텐츠 개발 보급

2045 탄소중립도시 광주

'2045 탄소중립도시 광주' 비전 및 전략

광주형 뉴딜비전

포스트코로나 시대를 이끄는
글로벌 선도도시 광주

AI그린뉴딜
목표

정의로운 2045 탄소중립
에너지자립도시 전환

3대 전략

01

시민모두가 녹색에너지를 생산하고 이용하는
녹색전환도시

02

누구나 기후재난으로부터 안전한
기후인식도시

03

미래형 환경융합산업의 메카
녹색산업도시



AI-그린뉴딜을 통한 100% 전력 에너지 자립



내연기관 완전폐쇄 100% 친환경차 도입



시민 누구나 10분 거리 숲과 공원이 있는 도시 조성



대한민국에서 가장 깨끗하고 안전한 친환경 인프라 조성



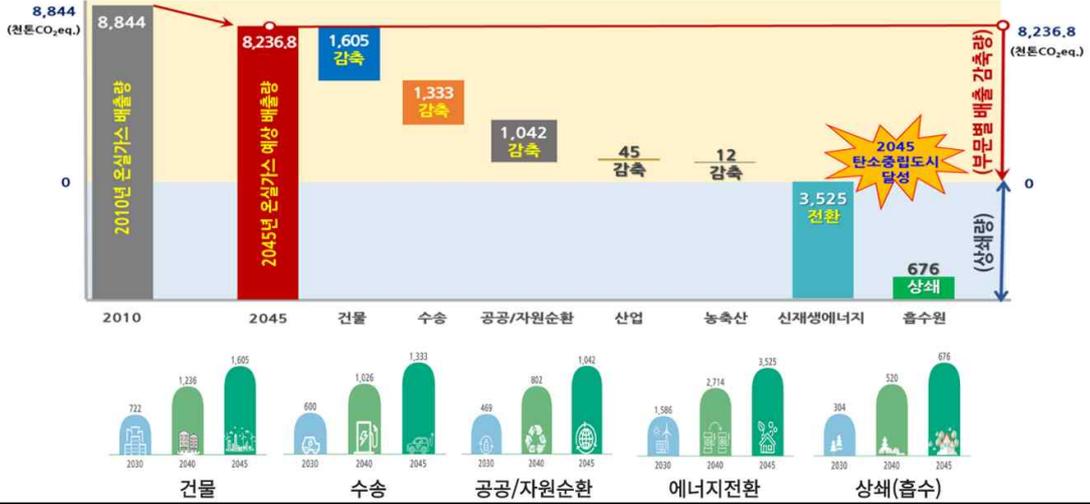
환경융합산업 선도를 통한 그린일자리 확산



단 한사람도 소외 받지 않는 기후적용역량 강화

2045 탄소중립도시 광주

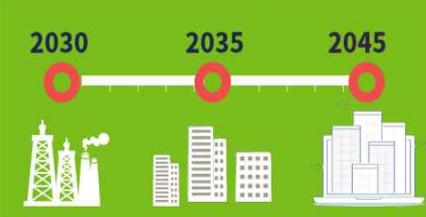
2045 탄소중립도시 감축목표



2045 탄소중립도시 광주



2045 탄소중립도시 광주

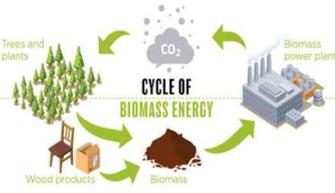
에너지자립도시 실현 	100% 친환경교통수단 	생활폐기물 100% 자원화 및 도시공원확대 
<p>2030 2035 2045</p>  <p>기업RE100 광주 RE100 에너지자립도시 실현</p>	<p>2025 2030 2045</p>  <p>노후경유차 폐차 완료 내연기관 자동차 등록제한 100% 친환경 교통수단</p>	<p>2025 2027 2045</p>  <p>생활폐기물 100% 자원화 3000만그루 나무심기 집에서 10분거리 생태공간 조성</p>

2045 탄소중립도시 광주

국내도시 최초 시 빅데이터기반 기후환경 예측평가 	청정대기산업 등 환경융합산업클러스터 조성 	시민주도형 지속가능한 생태문화마을 만들기 
<p>빅데이터기반 폭염 및 바람길 예측평가 인공지능기반 미세먼지 입체감시 스마트 홍수관리 시스템 스마트 상하수도 관리시스템</p>	<p>청정대기산업 클러스터 조성 친환경자동차부품 클러스터 조성 공기산업 육성</p>	<p>물순환 도시 도시숲 자원순환</p> <p>5차의제 ▣ 17개분야 21년도 기후위기대응 사업 추가(2개분야)</p>

2045 탄소중립도시 광주

4. 환경오염 및 기후재난 대응 시민안심 인프라 강화



유기성 폐자원 에너지화 확대



광역 생활자원회수센터 건립



광주 재활용센터 건립



소하천 비점오염 저감시설 설치



생활속 우수저류시설 설치 확대

2045 탄소중립도시 광주

4. 환경오염 및 기후재난 대응 시민안심 인프라 강화

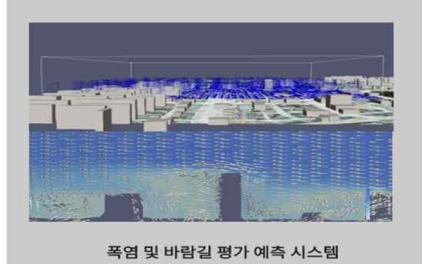


2045 탄소중립도시 광주

5. AI 빅데이터 기반 스마트 환경관리 도시체계 확산



시기반 미세먼지 입체감시



폭염 및 바람길 평가 예측 시스템



스마트 홍수관리 시스템



스마트 상하수도 관리 체계 구축

2045 탄소중립도시 광주

6. 깨끗한 물환경 제공을 위한 상수도 인프라 구축



시민 누구나 10분 거리 숲과 공원이 있는 도시

수돗물 공급 스마트 관리체계 구축

- 수돗물 공급 전과정을 스마트 관리체계로 구축하여 사고발생을 사전에 차단하고 사고발생시 신속히 대응하여 효율적인 관리 추진
- 수돗물 정보를 실시간으로 제공하여 수돗물 신뢰도를 향상시키고 스마트 물관리 기술 도입을 통해 유수율 제고 및 누수 손실액 감소

노후 상수도 개량

- 물 공급과정에서 퇴적물 형성으로 발생하는 수질문제를 선제적으로 차단하기 위한 관세척 및 노후화된 수도관 교체. 갱생
- 수질관리에 높은 서비스 수준을 요구하는 시민요구에 부응하고 수도관 기능 회복을 통해 수돗물 음용률 제고



ECO OUT



감사합니다.



기후변화적응 전문가세미나
충남 기후변화적응대책 수립 사례(금산군)

2021. 06. 04.
윤수향(충남연구원 서해안기후환경연구소)



발표 순서

1. 계획의 개요
2. 제1차 금산군 기후변화 적응대책 성과평가
3. 지역현황 및 적응여건 분석
4. 계획목표 및 추진전략
5. 부문별 세부시행계획
6. 계획의 집행 및 관리



3.1 계획의 개요

3 / 103

배경

- 기후변화로 인한 극한기후사상의 빈도 증가, 기온상승, 강수량 변화 등 전지구적 피해 증가
- 온실가스 감축을 통해 기후변화에 대응하고 있으나, 기후변화 속도는 지속적으로 증가하는 추세
- 2100년 2℃ 이상 기온이 상승할 것으로 예상되어 기후변화 완화와 대응을 위한 기후변화 적응대책 수립 필요

목적

- 「저탄소녹색성장기본법」 시행에 따른 제3차 국가 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 중
- 제1차 금산군 기후변화 적응대책 세부시행계획(2016~2020) 완료시기 도래로 제2차 기후변화 적응대책 수립
- 금산군 취약분야 및 취약지 선정, 지역특성 등을 반영한 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 목적
 - 제2차 충청남도 기후변화 적응대책 세부시행계획(2017~2021), 2016. 12. 수립
 - 제1차 금산군 기후변화 적응대책 세부시행계획(2016~2020), 2015. 12. 수립
 - 제2차 금산군 기후변화 적응대책 세부시행계획(2021~2025), 2021. 03. 수립 예정

성격

- 5개년 **법정계획**
- 상위계획(국가기후변화 적응대책)과 연계한 **연동계획**
- 지자체 기후변화 적응대책 수립 지침을 준용한 **실행계획**
- 금산의 중장기적 적응 방향 등을 반영한 **종합계획**
- 세부사업의 **이행평가** 시행(환경부)

3.1 계획의 개요

4 / 103

과업의 범위

과업명 / 과업기간

1. 금산군 제2차 기후변화 적응대책 세부시행계획
2. 2021~2025년

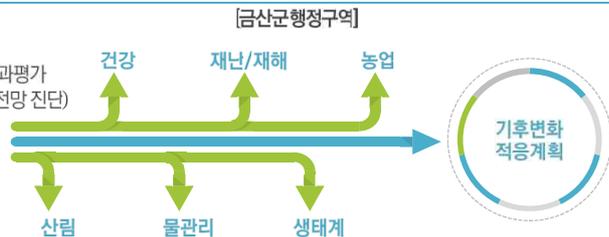
시공간적 범위

1. 금산군(1읍, 9면)
2. 2019~2023년(5개년 계획)
3. 전망 : 미래 2050년까지



내용적 범위

1. 제1차 금산군 기후변화 적응대책 세부시행계획 성과평가
2. 금산군 현황 및 적응 여건 분석(현재 수준 및 미래 전망 진단)
3. 계획 목표 및 추진전략 설정
4. 부문별 세부시행계획 수립
5. 계획의 집행 및 관리방안 마련



3.1 계획의 개요

추진체계



3.2 제1차 금산군 기후변화 적응대책 성과평가

주요성과 및 한계점

주요성과	
기반마련 6 부문, 37 사업 추진 3 부문 주요성과 도출	1. 금산군 기후변화 적응 기반 체계 마련 2. 6대 부문(건강, 재난/재해, 농업, 산림, 물관리, 생태계) 37개 사업(정상0, 원료25, 미추진12) 추진 3. 3개 부문(건강, 재난/재해, 산림)에서 주요 우수성과 도출 - (건강) 흑한기 대비한 파 심터 및 폭설한파 안전도시 만들기 - (재난/재해) 기후변화에 따른 홍수 및 가뭄에 강한 지역 인프라 구축 - (산림) 탄소 흡수원 확충 및 관리, 선제적 산림재해 예방사업 추진
한계점	
연계성, 평가체계 미흡 후속과제 연계 미흡 이행력 저조	1. 상위계획(국가-충청남도) 계획과의 연계성 부족과 이행평가 체계 미흡으로 사업관리 연계 2. 세부추진사업별 담당자의 인식 부족으로 성과물의 후속과제로의 연계 미흡 - 정책수립 담당자의 기후변화 적응에 대한 관심도에 비해 상대적으로 인식과 기후변화 적응 교육 참여 등은 저조 - 과거 기후사상 분석(재난/재해 피해 현황, 미래 기후변화 전망 예측, 일반현황 분석 등) 연구결과가 소관부서에서 추진 중인 세부 추진사업과 연계되지 못해 기존사업 테두리에서 크게 벗어나지 못한 형태로 추진 3. 세부사업별 성과, 예산 등 관련자료 및 관리체계가 확립되지 않아 세부시행계획의 이행력 저조 - 지역특색성이 반영된 기후변화 적응 관련 특화사업과 신규사업 부족 - 우선추진사업(중점사업)에 대한 기준이 불명확하여 일부 사업의 경우 우선 추진대상임에도 불구하고 누락되어 추진 - 자료 부족으로 인해 세부시행계획의 연차별 이행평가 어려움 - 기후변화 적응대책 및 이행평가 전반에 대한 기준 마련과 체계 확립 시급

3.2 제1차 금산군 기후변화 적응대책 성과평가

7 / 103

부문별 한계 및 개선방안

- (건강) 한계:** 감염병 관련 사업과 이상기후 취약계층 관련 사업은 다수 있으나, 대기질(미세먼지) 관련 사업은 없어 추가 발굴 필요
개선: 감염병 관련 사업 범주에 코로나19 등 범위 확대 고려, 미세먼지 관련 사업 신규 추가 필요
- (재난/재해) 한계:** 호우, 폭설, 가뭄 등 기후변화 관련 재난/재해 사전 예방과 피해 최소화를 위한 인프라 사업 확대 필요
개선: 타 부문에 비하여 상대적으로 사업수가 적으며, 이상기후 피해 예방차원으로 신규사업 추가와 중점관리 필요
- (농업) 한계:** 기후변화 적응 품종 개량 등을 위한 지역특화작물 관련 기술개발 사업 중점 추진 필요
개선: 한해, 폭염, 한파 등 이상기후 예방 인프라 조성과 기후변화 적응 품종 관련 기술개발 사업 등 추가 필요
- (산림) 한계:** 산불과 산사태, 병해충 관련 사업만 다수 포함되어 추진, 미세먼지 저감 효과가 있는 숲 또는 공원 조성 관련 사업 누락
개선: 기후변화 적응 및 대응 관련 사업(조림사업, 숲 가꾸기, 공원 조성) 등 편입 필요
- (물관리) 한계:** 가뭄 등 기후변화로 인한 물부족 문제 해결을 위한 수자원 확보 사업과 총량관리 등 수질개선 사업 부족
개선: 용수 제어용, 빗물 저금통 설치 등 수자원 확보 관련 사업과 수질개선, 생태하천 관련 사업 추가 필요
- (생태계) 한계:** 상대적으로 사업배분이 적절하나, 모니터링 등에 대한 사업 추가 고려 필요
개선: 기후변화 관련 지표종, 멸종 위기종 관련 신규사업 또는 모니터링 관련 사업 추가 필요

3.2 제1차 금산군 기후변화 적응대책 성과평가

8 / 103

제2차 대책 추진 방향 설정



부문	적응전략	구분
건강 (6)	기후변화에 따른 취약계층 건강 관리 강화	③
	기후변화에 따른 이상질병 관리방안 구축	②
재난/재해 (5)	재난/재해 대처를 위한 방재 인프라 구축	②
	재난/재해 예방 및 관리사업	③
	기후친화형 농·축산업 육성	②
농업 (8)	기후적응 농산물 생산	③
	기후변화 피해 대응을 위한 기반조성	①
	기후변화 피해 대응체계 구축	②
산림 (7)	산림 자원 보호 및 관리	①
	산림자원의 고부가가치적 활용을 통한 환경경제적 자원화 방안 마련	③
	기후변화로 인한 산림재해 방지대책 수립	②
물관리 (7)	기후변화 대비 수자원 확보	①
	친환경 물순환체계 구축	②
	체계적 하천관리	③
생태계 (4)	멸종 위기종 관리 등 생물다양성 증진 방안 마련	③
	지역주민 참여형 생태계 자원 관리 방안 마련	①



1차 대책: 서비스확보나 시스템화 단계의 정책

2차 대책은 (3단계) 서비스제공 단계 사업으로 발전이 필요함

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

| 지역 현황 및 특성



- 충청남도 최남단에 위치, 동쪽으로 충북 영동군 및 옥천군, 서북쪽으로 논산시 및 대전광역시, 남쪽으로 전북 완주군 및 진안군, 무주군과 인접
- 평균 해발고도 약 250m로 충남 평균 해발고도보다 2.5배 높음
- 금산천과 봉황천이 금강 본류에 유입되면서 비옥한 분지 형성
- 무주군에서 올라온 통영대전고속도로가 군내 관통하여 대전광역시로 이어짐
- 최근 통계자료인 2018년 지목별 이용 현황도에 따르면 금산군 총면적 577,222천m² 중 임야 비중 70.1%(404,778천m²), 전답 비중 18.3%(105,827천m²)로 농·축산부지 형성, **기후변화에 따른 식생변화, 생태변화에 대한 관리가 요구됨**
- 미래자원 관리를 통한 활용 가능성 존재
- 금강의 가장 큰 지류인 봉황천은 총 길이 45km로 제원면, 군북면, 금성면 등 6개의 지역이 포함되어 금산군 강수량의 60% 차지

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

| 지역 현황 및 특성



- 금산군 인구(2020년 6월) 51,665명, 남성 26,034명, 여성 25,631명 최근 5년간 **약 3300여명 감소**
- 이와 대조적으로 2020년 6월 기준 세대수는 25,678세대로 최근 5년간 약 700세대 증가하며 지속적인 증가 상대적 **기후 취약계층인 1인가구 증가**와 연관
- 65세 이상 고령화 비중 지속 증가 26.4%(2016년 기준) → 30.7%(2020년 기준) 특히, 15세~29세 청년층 비중은 2020년 6월 기준 12.1% **지속적 감소**
- 상대적으로 기후변화 취약계층인 고령인구가구의 집중관리 필요

구분	인구(명)				세대수(세대)
	합계	남	여	증감율	
2016	54,802	27,711	27,091	-	25,276
2017	54,067	27,288	26,779	-1.3%	25,350
2018	53,599	24,046	26,553	-0.8%	25,481
2019	52,799	26,604	26,195	-1.5%	25,588
2020	51,665	26,034	25,631	-2.1%	25,678

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

| 지역 현황 및 특성



- 행정구역별 분포 : 금산읍 42.7%, 추부면 13.7%, 금성면 6.6%로 금산군청이 위치한 **중앙 지역(금산읍)** 인구집중

행정구역	인구(명)	비율(%)	행정구역	인구(명)	비율(%)
금산읍	23,705	42.7	남일면	2,984	5.4
금성면	3,657	6.6	남이면	2,209	4.0
제원면	2,946	5.3	진산면	3,432	6.2
부리면	2,714	4.9	복수면	3,514	6.3
군북면	2,720	4.9	추부면	7,589	13.7

- 잠재적기후취약시설이 될 수 있는 30년 이상 노후주택 전체 **61.2% 이상 차지**, 지속적인 노후화 진행 중으로 주택관리대책 포함 필요(2019년 주택 총조사)

구분(채)	3년 미만	3~5년 미만	5~10년 미만	10~20년 미만	20~30년 미만	30년 이상
계	506	622	2,439	2,253	3,137	14,147
단독주택	376	546	1,515	1,388	1,363	10,882
아파트	36	48	671	751	1,471	1,969
연립주택	25	-	45	-	47	492
다세대주택	55	13	157	66	195	615
비거주용 건물내 주택	14	15	51	48	61	189
비율(%)	2.2	2.7	10.6	9.8	13.6	61.2

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

| 지역 현황 및 특성



- 금산군의 총 면적은 약 577㎢ 면적의 70.1%가 임야로 구성

- 2018년 기준 총 18개의 도시공원 및 총 8개의 시설녹지 존재
 - 도시공원 : 자연공원 1개(대둔산도립공원), 어린이공원 5개, 소공원 4개, 근린공원 9개
 - 시설녹지 : 2개의 완충녹지, 6개의 경관녹지

- 2015년 이후 공원·녹지 감소, 개소 수 대비 면적은 크게 줄지 않음

구분	도시공원 현황		시설녹지 현황	
	개소 수	면적	개소 수	면적
2013	30개소	1,303천㎡	25개소	170천㎡
2014	30개소	1,306천㎡	25개소	170천㎡
2015	30개소	1,306천㎡	25개소	170천㎡
2016	16개소	1,213천㎡	9개소	138천㎡
2017	18개소	1,270천㎡	9개소	138천㎡
2018	18개소	1,270천㎡	8개소	120천㎡

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

13 / 103

| 지역 현황 및 특성



- 금산 총인구 55,807명 중 25,540명(45.8%)사업체 등록총사중 제조업 8,705명, 도매 및 소매업 3,463명 차지(2017년 기준)

구분	사업체수			종사자수		
	2013년	2017년	증감율	2013년	2017년	증감율
농업 임업 및 어업	8	29	363%	46	115	250%
광업	10	9	90%	86	83	97%
제조업	965	1,154	120%	8,705	10,240	118%
전기, 가스, 증기 및 공기조절 공급업	7	12	171%	121	92	76%
수도, 하수, 폐기물처리, 원료재생업	20	26	130%	197	271	138%
건설업	178	206	116%	1,041	1,131	109%
도매 및 소매업	1,736	1,834	106%	2,953	3,463	117%
운수 및 창고업	273	407	149%	634	793	125%
숙박 및 음식점업	813	890	109%	1,760	1,982	113%
정보통신업	23	27	117%	169	162	96%
금융 및 보험업	50	48	96%	353	387	110%
부동산업	82	88	107%	176	206	117%
전문, 과학 및 기술 서비스업	55	71	129%	309	317	103%
사업시설관리 및 사업지원 서비스업	35	47	134%	401	337	84%
공공행정, 국방 및 사회보장 행정	29	33	114%	961	1,091	114%
교육 서비스업	141	141	100%	2,079	2,098	101%
보건업 및 사회복지 서비스업	161	192	119%	1,371	1,566	114%
예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업	97	99	102%	330	342	104%
협회 및 단체, 기타 개인 서비스업	521	490	94%	950	864	91%

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

14 / 103

| 지역 현황 및 특성



- 금산군의 **도로길이**와 **차량등록 대수**는 매해 소폭 **증가** 추세
- 2018년 기준, 영업용 차량은 전년 대비 350여대 감소하였으나 관용 차량 및 자가용 꾸준히 증가 추세
- 도로 및 수송 부문 대기오염물질 증가 예상 → 미세먼지(PM2.5, PM10) 증가

구분	도로 합계(km)			차량 등록 현황(대)			
	총 길이	포장도로	포장률	총 계	관용	자가용	영업용
2013	330.6	291.1	88.0	26,317	157	23,683	2,477
2014	326.9	291.8	89.2	27,303	157	24,490	2,656
2015	326.9	293.5	89.7	28,220	154	25,425	2,641
2016	326.2	294.5	90.3	28,537	164	25,379	2,994
2017	347.2	311.3	89.6	29,371	181	26,930	2,260
2018	347.2	311.3	89.6	29,718	181	27,625	1,912

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

적응 관련 정책·계획 및 동향(제2차 국가 기후변화 적응대책)

- 「저탄소녹색성장기본법」 시행(‘10.4)에 따른 법정 국가 적응대책
- 기후변화 영향을 감안한 5년 단위 연동계획, 정부 및 지자체 세부시행계획 수립을 위한 기본계획(Master Plan)
- ‘**지속가능발전 원칙, 적응활용 발전 추구 원칙**’과 부합, **부문-대책분야-세부사업분류체계 수용**

1차 대책	2차 대책
9개 부문별 적응대책 추진 -67개 세부과제로 구성	1. 적응기반 및 경제·사회·환경분야별 통합적 적응추진체계 구축 - 20개 중점 추진과제로 정책효율화
장기비전 달성을 위한 부문별 대책 필요성만을 제시	2. 국가차원의 기후변화 적응을 위한 중장기 및 단기 비전·목표 자등화 - 중·단기 시간프레임에 따른 행동 계획 수립으로 국가적용 전략 구체화
기후변화 적응에 국한하여 대책 발굴 및 추진	3. 기후변화 감축과 적응을 함께 고려하여 공동이익(Co-benefit) 효과 창출
부처별로 추진중인 기후변화 적응대책을 우선하여 선별 - 적응현안을 중점과제로 선정	4. 기후변화 영향분석·리스크를 기반으로 과학적·수요기반의 대책마련
부문별 대책의 병렬식 구성 - 기후변화 영향의 차단·예방에 주력	5. 부문별 적용 우선순위와 핵심전략을 설정하고 기후변화 적응으로 경제·사회·환경의 선순환 유도
정부기조, 상위계획과의 연관성 확보 - 녹색성장 5개년 계획 등 상위계획과의 결합성 유지	6. 기후변화 적응원칙 마련으로 정책의 가치와 일관된 방향성 확보 - 지속가능발전이념에 부합, 취약계층 고려, 과학적 기반, 통합·시너지 창출, 소통 활성화 등 적응원칙 적용
정기적인 대책의 추진여부 점검	7. 이행 및 점검체계 강화 - 기후변화 영향 모니터링과 적응대책 평가의 통합점검·환류체계 마련으로 효과적 대응

[2차 대책 추진방향]

비전	기후변화 적응으로 국민이 행복하고 안전한 사회구축	
목표	기후변화로 인한 위험감소 및 기후의 현실화	
적응원칙	지속가능발전 부합 <취약계층 고려> <과학기반> <통합적 접근> <참여활성화>	
4대 정책 부문 (16개 과제)	과학적 위험관리	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 감시·예보시스템 한국형 기후 시나리오 개발 기후영향 모니터링 취약성 통합평가·리스크관리 통합정보 제공시스템 마련
	안전한 사회건설	<ul style="list-style-type: none"> 기후변화 취약계층 보호 간강피해 예방 및 관리 취약지역·시설 관리 재난·재해 관리
	산업계 경쟁력 강화	<ul style="list-style-type: none"> 산업별 적응역량 강화 산업별 적응인프라 확대 기후변화 적응 기술개발 해외시장 진출기반 조성
	지속가능한 자연자원관리	<ul style="list-style-type: none"> 생물종 보전·관리 생태계 기후변화 위험요소 관리 생태계 복원·서식지 관리
이행 기반 (4개 과제)	국내·외 이행기반 마련	<ul style="list-style-type: none"> 적응정책 실효성 강화 지역단위 적응활동 촉진 적용 국제협력 강화 적용 홍보·교육
점검평가	적응대책 핵심지표·부문별 성과지표	

[제2차 국가 기후변화 적응대책 기본계획]

*출처: 관계부처합동, 2015

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

적응 관련 정책·계획 및 동향(제3차 국가 기후변화 적응대책)

- 「저탄소녹색성장기본법」 시행(‘10.4)에 따른 법정 국가 적응대책
- 기후변화 영향을 감안한 5년 단위 연동계획, 정부 및 지자체 세부시행계획 수립을 위한 기본계획(Master Plan)
- **국민 체감형 대책 실현을 위한 ‘8대 국민체감형 대표과제’**과 부합, **중점 과제 선정시 반영**

	2차 대책	3차 대책
대책수립	정부, 전문가주도로 대책 수립	적용 부처협의회, 적용 주체별분과 포함* 등 모든 적용 주체가 참여하여 대책 수립 * 전문가, 지역, 산업계, 시민사회, 청년단체
리스크 구축	전문가 설문을 통한 국가 기후 변화 리스크* 구축 * 8대 부문 87개 리스크	과학기반(논문 DB, 인과지도)의 국가 기후 변화 리스크* 구축 * 6대 부문 84개 리스크
추진과제	부처 추진과제 우선 선별 상위 행정계획 부재로 단기 대책과 중점기대책 혼재	리스크별 맞춤형 이행과제 발굴 기후변화 대응 기본계획, 에 부합하는 5년간의 구체적인 실행대책
점검·평가	전문가 포럼을 운영하여 대책 점검·평가 세부이행과제에 대한 실적 위주의 점검·평가	국민평가단을 통한 점검·평가 국민체감형·정책지표 중심의 이행·국민체감도 점검·평가

[3차 대책 추진방향]

비전	국민과 함께하는 기후안심 국가 구현	
목표	<ul style="list-style-type: none"> 2°C 지구온도 상승에도 대비하는 사회 전반의 기후탄력성 제고 기후감사 예측 인프라 구축으로 과학기반 적응 추진 모든 적용 이행주체가 참여하는 적응 주류화 실현 	
3대 정책	① 기후리스크 적응력 제고	<ul style="list-style-type: none"> 미래 기후위험을 고려한 물관리 생태계 건강성 유지 전 국토의 적응력 제고 지속가능한 농수산 환경 구축 간강피해 사전예방 체계 마련 산업 및 에너지 분야 적응역량 강화
	② 감사 예측 및 평가 강화	<ul style="list-style-type: none"> 종합 감사체계 구축 시·군·구별 감사 및 예측 고도화 평가도구 및 정보제공 강화
	③ 적응 주류화 실현	<ul style="list-style-type: none"> 기후 적응 추진체계 강화 기후탄력성 제고 기반 마련 기후적용 협력체계 구축 및 인식제고
핵심 전략	기후탄력성 제고 <취약계층 보호> <시민참여 활성화> <신기후체제 대응>	

[제3차 국가 기후변화 적응대책 비전체계도]

*출처: 관계부처합동, 2020

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

17 / 103

적응 관련 정책·계획 및 동향(제2차 충청남도 기후변화 적응대책)

- 「저탄소녹색성장기본법」 제48조 제4항 및 동법 시행령 제38조 제1 및 2항에 의거한 법정계획
- 불확실성을 감안한 5년 단위 연동계획, 중장기적 적응 방향성과 전략, 관련 부문의 실행계획을 포함하는 종합대책

구분	개선·보완사항
비전 및 목표	<ul style="list-style-type: none"> 취약계층 및 지역 우선 접근 기후변화의 부정적 영향을 최소화하고 긍정적 측면 강조 기후변화 회복력 증진 시급 필요
취약성 평가	<ul style="list-style-type: none"> 시·군 단위 가난층·면·동 단위 평가
세부 시행 계획	<ul style="list-style-type: none"> 농림, 산림, 수산은 긍정적 영향을 줄 수 있으므로 많은 관심 필요 가뭄 증가에 따른 물 관리 대책 마련 단기적 성과가 어려운 생태계 부문에 전향적 관심 필요
이해 증진 및 홍보	<ul style="list-style-type: none"> 각 부서 및 유관기관간 기후변화 적응 협력 체계 강화 단기적 대책과 장기적 대책이 함께 마련되어야 함을 정책 결정자와 이해당사자에게 적극적 이해 교육 프로그램, 자료, 인력 확보를 통한 전반적 인식 향상 인식 증진과 홍보 강화를 위한 사업 발굴 및 시범사업 추진 7개 부문 이외에 다양한 부문에서 추가적 검토

삶의 전환을 이끄는 기후변화 적응으로 모두가 행복한 충남

기후변화 적응을 위한 인식 역량, 자원 역량, 실천 역량 증진
기후변화 적응의 주류화와 적응 정보, 지식, 사업의 확산

- 건강** : 모든 사람을 위한 기후건강복지 충남
- 재난/재해** : 후회 없는 준비, 기상재해에 안전한 충남
- 농업** : 기후변화 안심 농업의 선진지 충남
- 산림** : 건강한 산림, 치유하는 숲, 활력 있는 산촌
- 생태계** : 가치있는 생태계, 100년 기록의 시작
- 물관리** : 기후변화 대응 물관리의 모범
- 해양/수산** : 미래 생물자원의 보물창고, 중요로운 해양 충남

[2차 대책 추진방향]

[제2차 충청남도 기후변화 적응대책의 계획 목표 및 추진 전략]

*출처: 충청남도, 2016

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

18 / 103

적응 관련 정책·계획 및 동향(제2차 충청남도 기후변화 적응대책)

- 1차 적응대책의 8개 부문에서 수정·보완하여 7개 부문 22개 전략과, 이행기반부문 4개 전략을 제시

분야	전략	사업명	관련부서	
건강 12개	건강 기후영향 모니터링	기후변화로 인한 대기오염 모니터링 강화 기후변화와 관련된 호흡기 질환과의 건강 관련성 연구사업(신규) 화력발전소 영향에 따른 기후환경 조사·평가 연구(신규)	보건환경연구원 환경관리과 환경정책과	
	기후변화 취약계층 보호	취약지역 생활여건 개조 폭염과 한파 대비 건강관리 및 교육 고위험자 관리를 위한 폭염 및 한파 매뉴얼 개발 및 보급 취약계층 에너지복지(신규)	농촌마을지원과 보건정책과 자연재난과 에너지산업과	
	건강 피해 예방 및 관리	알레르기 질환에 대한 건강관리사업 및 교육·홍보 수인성 및 식품매개 감염병 관리 강화 매개체 및 매개체 전파질환 감염병 관리 강화 폭염과 한파로 인한 온열·한랭 질환 감시체계 운영 도심 폭염대비 생태공간 조성	보건정책과 보건정책과 보건정책과 식품의약과 산림복지과	
	성과 지표	대기오염측정소 25개소 설치·운영(17개소 추가 설치)		
		취약지역 생활여건 사업 신규 선정 6지구		
		등록가구 당 연간 4.5회 방문 건강관리		
폭염 및 한파로 인한 인명피해(사망) 제로화				

- > '기후변화 적응, 현명한 선택, 함께하는 실천, 행복한 충남' 비전과 '기후변화 적응을 위한 자원역량, 실천역량 증진' 목표와 부합
- > '기상재해의 신속 대응과 예방으로 안전한 지역사회, 기후변화 위기를 기회로 행복한 사람들, 기후변화를 버티는 자연의 역량 회복력 강한 생태계' 등 충남 기후변화 적응 미래상과 부합하는 계획 수립

1. 충청남도 제2차 대책과의 사업연계성 확인
2. 부문별 세부사업 성과지표 체계수용

▪ 향후, 건강 분야 정책 통합, 인력 및 예산 확충 필요

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

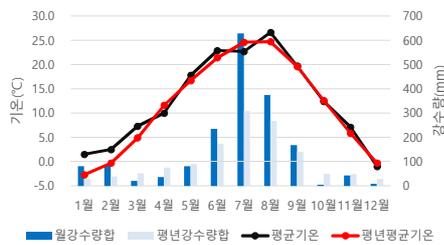
기후변화 현황 및 전망(과거 기후 현황)

금산군 기상·기후 관측지점 일반 현황

- 종관기상관측 지점 운영(ASOS) (기상청)
 - 종관규모의 날씨를 파악하기 위해 모든 관측소에서 같은 시각에 실시하는 지상관측
 - *종관규모 : 고저기압의 공간적 크기 및 수명, 매일의 날씨현상
- 금산 : 충청남도 금산군 금산읍 아인리 134-5(1972년 설치)



기후분석 - 2018년 기준 월별 기온, 강수량 현황



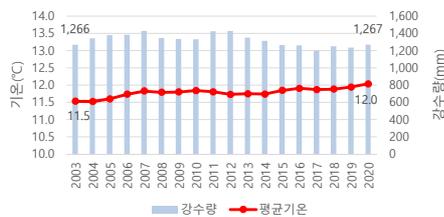
- 금산(ASOS)기준 1981~2010년의 평년 값 비교
 - 2020년 8월: 26.6°C, 1월: 1.5°C
 - 평년 값 8월: 24.7°C, 1월: -2.7°C

2020년 총 강수량 합은 1758.2mm, 평년(1,297mm)보다 약 461.2mm 많음

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

기후변화 현황 및 전망(과거 기후 현황)

과거 기후분석 - 이동평균 기온, 강수량 / 극한 기후분석

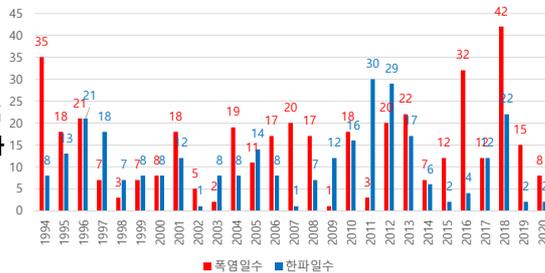


- 장기변화 관측을 위해 1994년으로 2020년까지의 연평균기온 및 강수량 DB 분석
 - 10년 **후행이동평균** 활용

- 평균기온 -
2003년 11.5°C 에서 2020년 12.0°C로 지속적으로 상승

- 강수량 -
2003년 1,266mm에서 2020년 1,267mm로 증가
※ M자 형태 그래프로 폭우 및 가뭄의 위험 증가

- 한파일수
→ 일 최저기온이 -12°C 이하인 날의 일수
- 폭염일수
→ 일 최고기온이 33°C 이상인 날의 일수
- 기상·기후변화에 따라 한파, 폭염일수가 크게 변화
※ 폭염일수 발생 최대일수가 점차 증가
 1. 2018년: 42일
 2. 2016년: 32일
 3. 2013년: 22일

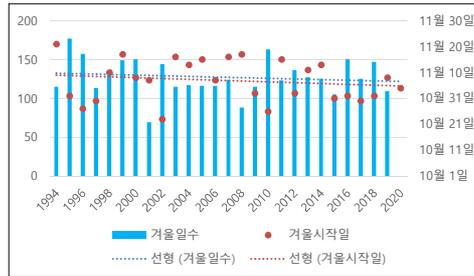
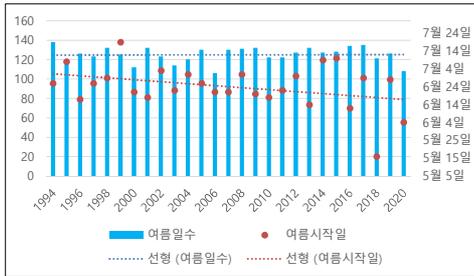


3.3 지역현황 및 적응여건 분석

기후변화 현황 및 전망(과거 기후 현황)

기후분석 - 2020년 기준 계절일수 변화

여름시작일: 일 평균 기온이 20°C 이상으로 올라간 후 다시 떨어지지 않는 첫날
 겨울시작일: 일 평균 기온이 5°C 미만으로 떨어진 후 다시 올라가지 않는 첫날
 여름일수: 일 최고 기온이 25°C 이상인 날의 연중 일수
 겨울일수: 겨울시작일로부터 봄 시작일까지의 일수



- 금산군 측정지점 관측이래 평균적으로 여름일수 연간 1.2일 감소, 겨울일수 연간 4.4일 감소
- 금산군 겨울시작일의 경우 매년 0.7일씩 앞당겨지고, 여름 시작일은 매년 0.8일씩 앞당겨지는 경향을 보임

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

기후변화 현황 및 전망(미래 기후변화 전망)

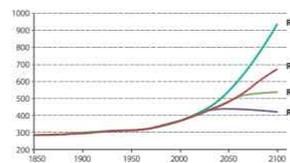
기후변화 시나리오란?

상세한 미래 기후전망 생산을 위한 기후모델 성능개선과 함께, 배출량시나리오, 복사강제력 시나리오, 사회경제 시나리오 등이 통합된 상세전망 시나리오

RCP 시나리오

- IPCC 제5차 평가보고서에서 처음 사용되었으며, 미래의 복사강제력 변화 시나리오를 토대로 대표농도경로가 선정됨

종류	시나리오 설명	2100년 기준 CO2 농도(ppm)	출처, 개발 국가
RCP2.6	인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우	420	(Riahi et al. 2007)—MESSAGE, 오스트리아
RCP4.5	온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 경우	540	(Fujino et al. 2006; Hijoka et al. 2008)—AIM, 일본
RCP6.0	온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우	670	(Smith and Wigley 2006; Clarke et al. 2007; Wise et al. 2009)—GCAM, 미국
RCP8.5	현재 추세(저감없이)로 온실가스가 배출되는 경우	940	(van Vuuren et al. 2006; Van Vuuren et al., 2007;)—IMAGE, 네덜란드

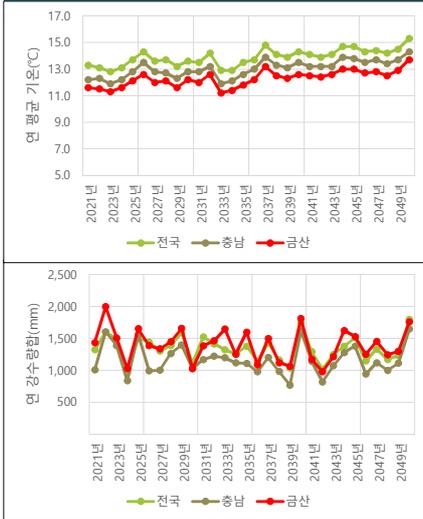


- 기후변화 대응정책이 반영되지 않는 RCP8.5기준의 미래예측

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

기후변화 현황 및 전망(미래 기후변화 전망)

RCP 시나리오에 기반한 2020년 이후 금산군 연평균 기온과 총강수량 전망(RCP8.5)



· 시나리오 기간 2021~2050년의 연평균기온, 연간 강수량총합 변화예측

경향성	전국	충남	금산
평균기온	0.51°C/10년	0.54°C/10년	0.50°C/10년
강수량	-20.6mm/10년	-17.8mm/10년	-41.1mm/10년

- 전국적으로 평균기온은 지속적으로 상승
→ 전국과 비슷한 수준으로 기온 상승, 경작물의 피해 방지 필요
- 강수량의 경우 전국, 충남 대비 큰 폭으로 강수량이 감소하여 가뭄 현상 발생이 우려됨
→ 과거 기후 분석과 동일한 결과로 중점 관리 요망

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

기후변화 현황 및 전망(미래 기후변화 전망)

평균 기온

- 20년대 11.9°C, 40년대 12.8°C로 0.9°C 상승
- 20년대 대비 변화 폭이 가장 큰 지역은 부리면으로 40년대 기준 약 1.0°C 상승
- 40년대 기준 북수면에서 13.3°C로 가장 높은 평균기온 예측



2020 → 2030 → 2040 → 2050

최고 기온

- 20년대 18.7°C, 40년대 19.5°C로 0.8°C 상승
- 40년대 기준 금산읍, 금성면에서 19.8°C로 가장 높은 평균최고기온 예측



3.3 지역현황 및 적응여건 분석

25 / 103

기후변화 현황 및 전망(미래 기후변화 전망)

최저 기온

- 20년대 6.2℃, 40년대 7.2℃로 1.0℃ 상승
- 40년대 기준 **군북면, 남이면**에서 6.6℃로 가장 낮은 평균최저기온 예측



연간 강수량

- 20년대 1,437mm, 40년대 1,341mm로 **감소**
- 40년대 기준 **부리면**에서 1,222mm로 가장 낮은 연간강수량 예측



3.3 지역현황 및 적응여건 분석

26 / 103

기후변화 현황 및 전망(미래 기후변화 전망)

폭염 일수

- 20년대 10.4일, 40년대 22.7일로 증가
- 40년대 기준 **북수면**에서 26.1일로 가장 많은 폭염일수 예측



한파 일수

- 20년대 6.9일, 40년대 3.6일로 감소
- 40년대 기준 **북수면**에서 1.4일로 가장 적은 한파일수 예측



3.3 지역현황 및 적응여건 분석

27 / 103

기후변화 현황 및 전망(총괄)

1. 계절별 기온차

- 전국 평년값 대비 금산군의 2020년도는 여름은 약 1.9℃ 덥고, 겨울은 약 1.2℃ 따뜻한 날씨로 관측
- 내륙 지형의 특성상 급격한 수준의 폭염이나 한파가 발생할 가능성 내재

2. 계절 일수 변화

- 금산군 측정지점 관측 이래 지난 26년간 여름일수와 겨울일수 모두 감소.
- 여름: -1.2일/년
- 겨울: -4.4일/년

3. 지속적인 온난화

- 우리나라 전 지역과 비교했을 때 비슷한 수준으로 기온 상승 전망
- 2050년 기준 현재보다 약 2.1℃ 높은 13.7℃의 평균기온 예측

4. 지역적 기후차이

- RCP 8.5 시나리오 결과, 복수면은 타 지역보다 평균기온이 높고 폭염일수가 가장 높을 것으로 전망
- 가장 낮은 수준의 강수량이 예상되는 부리면과 함께 지속적인 모니터링 필요

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

28 / 103

기후변화 영향(빅데이터 분석)

- 한국 언론진흥재단 주관 뉴스DB를 활용한 빅데이터 분석 서비스
- 2011년 ~ 2020년 금산, 기후 관련 뉴스사례 분석 ('금산' + '기워드')

- '기후', '기후변화' 대비 '환경', '생태' 등의 포괄적이고 친숙한 키워드 언급 다수
- 연관어 분석에서 금산군 기후와 '일교차', '저탄소 녹색성장' 등의 키워드가 언급됨
- 2018년 '기후'와 '폭염', '열대야', '한파' 키워드가 동시에 가장 많이 언급됨
- 2020년 '폭우' 키워드가 다른 해에 비해 다수 언급됨

년도	기후	기후 변화	환경	폭염	열대야	폭우	한파	폭설	가뭄	생태	온난화	은실 가스
2011	51	16	769	51	16	97	72	35	13	272	6	10
2012	33	33	777	93	32	48	78	37	90	231	7	20
2013	56	34	617	41	10	29	76	57	28	178	11	1
2014	50	27	588	14	13	48	47	27	29	162	5	8
2015	32	23	543	28	15	8	7	13	80	173	3	13
2016	42	12	508	56	29	21	16	9	39	143	8	11
2017	35	21	465	58	23	17	29	9	82	123	7	1
2018	67	28	604	204	78	77	87	10	43	141	10	4
2019	58	27	614	71	23	17	21	5	16	110	5	7
2020	60	42	698	68	10	277	15	12	32	145	4	5
총계	484	263	6183	684	249	639	448	214	452	1678	66	80

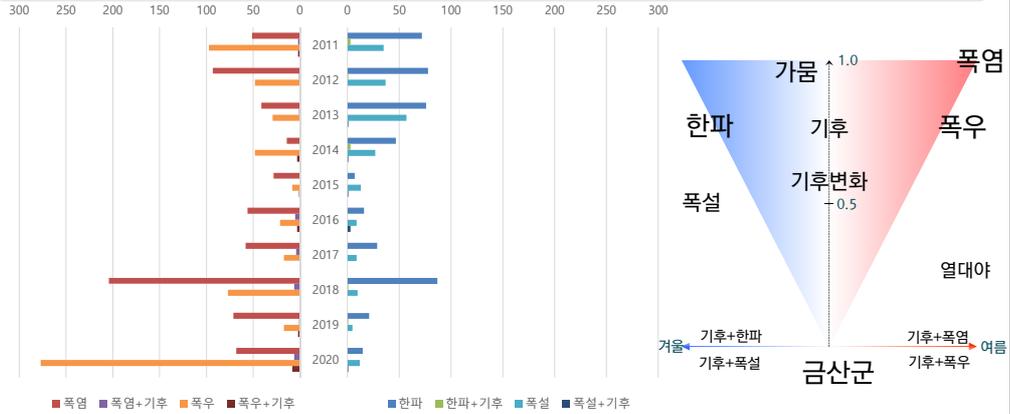
금산군 '기후', '기후변화'와 연관된 뉴스 키워드



3.3 지역현황 및 적응여건 분석

기후변화 영향(키워드 분석)

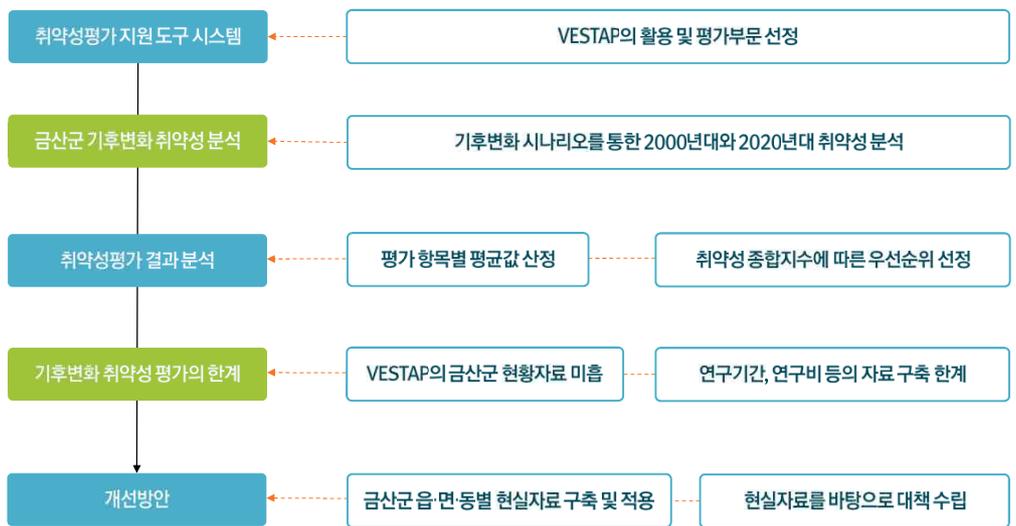
- 여름과 겨울을 대표하는 재난/재해 키워드에 해당하는 폭염, 폭우, 한파, 폭설 추가분석
- 각 재난/재해와 기후 간의 연관성 인식 추가분석



- 상대적으로 여름에 발생하는 폭염과 폭우에 관한 뉴스발생 건수 다수(1,323회) / 한파, 폭설: 662회
- 각 재난재해와 기후 사이의 연관성 부족, 폭염, 폭우+기후: 45회 / 한파, 폭설+기후: 16회
- 겨울보다 여름에 발생하는 재난/재해에 대한 관심도가 높으나, 재난/재해-기후간의 연관성 인식 제고 필요

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

취약성 평가



3.3 지역현황 및 적응여건 분석

❏ 취약성 평가(기후변화취약성 평가지원 도구 시스템, VESTAP)

- 읍·면·동별 취약성 정도를 기후노출지수, 기후변화 민감도지수, 적응능력 지수로 산정
- 읍·면·동별 상대적 취약정도를 나타내는 지표로 활용

· 기후변화 취약성 평가지원 도구 시스템(VESTAP)은 기후변화 영향에 대한 사전평가도 도모하고 이에 기반한 적응대책 수립을 활성화하기 위해 지자체의 기후변화 취약성 평가를 지원하고 있습니다.

· 광역/기초지자체의 기후변화 적응대책 세부시행 계획 수립 시 기후변화 현황 및 세부부문별 취약성에 대한 간접적 근거자료로 활용이 가능합니다.

※ 관련 법규: 저탄소 녹색성장 기본법 시행령 제38조

· 본 도구에서 제공하는 취약정보는 기후변화 적응대책 세부시행 계획 시 참고 자료로 이용될 수 있으며, 사용에 대한 법적 의무 조항 및 사항은 없습니다.

· 본 도구는 기후변화 취약성을 분석하기 위한 지표기반 평가를 지원함입니다. 취약성평가도구에서 도출된 평가 결과는 해당 지역의 상대적순위를 나타낸 것이며, 취약성 평가 지역의 범위, 지표 및 가중치 구성 등에 따라 평가 결과는 달라질 수 있습니다.

· 본 도구에서 제공중인 취약성 평가의 결과는 각 유관기관에서 일괄 제공되는 자료를 활용 한 결과입니다.

따라서 본 도구의 "사용자 정의 취약성 평가"를 이용하여 해당 지자체의 사회경제 현황자료를 활용하고 지자체 특성에 맞는 취약성 평가 항목 및 지표로 재구성해서서 본 도구를 활용하 시길 권장합니다.



3.3 지역현황 및 적응여건 분석

❏ 취약성 평가(평가항목)

- VESTAP에서는 건강, 농축산, 물, 산림/생태계, 국토/연안, 해양/수산, 산업/에너지 7개 부문 59개 항목 평가 가능
- 금산군 관련 5대 부문 49개 항목 선정

부문	취약성 평가 항목	부문	취약성 평가 항목	부문	취약성 평가 항목
건강 (14)	곤충 및 설치류에 의한 전염병 건강 취약성	농축산 (5)	해수면상승에 의한 기반시설 취약성	물 (12)	집중호우에 의한 신소재 취약성
	기타 대기오염물질에 의한 건강 취약성		홍수에 의한 기반시설 취약성		곤충의 취약성
	미세먼지에 의한 건강 취약성		태풍에 의한 기반시설 취약성		국립공원의 취약성
	수인성 매개 질환에 대한 건강 취약성		토사재해에 대한 기반시설 취약성		침엽수의 취약성
	오존농도 상승에 의한 건강 취약성		홍수에 따른 건축물 취약성		가뭄에 의한 산림식생의 취약성
	폭염에 의한 건강 취약성	토사재해에 대한 건축물 취약성	수질 및 수생태의 취약성		
	한파에 의한 건강 취약성	가축 생산성의 취약성	이수에 대한 취약성		
	홍수에 의한 건강 취약성	농경지 토양침식의 취약성	치수의 취약성		
	태풍에 의한 건강 취약성	벼 생산성의 취약성	단기가뭄에 의한 용수 취약성(일반)		
	폭염에 의한 온열질환 취약성(일반)	병해충에 의한 소나무의 취약성	장기가뭄에 의한 용수 취약성(일반)		
	폭염에 의한 온열질환 취약성(심혈관계질환자 대상)	산림 생산성의 취약성	단기가뭄에 의한 용수 취약성(농업용수 대상)		
	폭염에 의한 온열질환 취약성(65세 이상 노인 대상)	산불에 의한 취약성	장기가뭄에 의한 용수 취약성(농업용수 대상)		
	폭염에 의한 온열질환 취약성(5세 미만 영유아 대상)	산사태에 의한 임도의 취약성	단기가뭄에 의한 용수 취약성(공업용수 대상)		
	폭염에 의한 온열질환 취약성(아외노동자 대상)	소나무와 송이버섯의 취약성	장기가뭄에 의한 용수 취약성(생활용수 대상)		
국토/연안 (8)	폭설에 의한 기반시설 취약성		장기가뭄에 의한 용수 취약성(생활용수 대상)		
	폭염에 의한 기반시설 취약성		가뭄에 의한 수질 취약성		

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

33 / 103

❶ 취약성 평가(평가결과)

- 2000년대 과거기초 현재값과 2020년대(2021~2030)의 기후변화시나리오를 바탕으로 취약성 평가 실시
- 금산군 **곤충 및 설치류에 의한 전염병 건강 취약성 분석**

행정구역 명칭	취약성평가 대응변수별 결과값										대응변수 시군별 방사형 그래프 (2020년대)	2000년대 취약성 지도
	2000년대과거기초현재값					HadGEM3-RA RCP8.5 2021-2030						
	순위	기후노출	민감도	적응능력	종합지수	순위	기후노출	민감도	적응능력	종합지수		
군북면	8	0.17	0	0	0.17	1	0.32	0	0	0.33		
추부면	3	0.30	0.01	0	0.31	2	0.28	0.01	0	0.29		
금산읍	9	0.06	0.07	0	0.14	3	0.16	0.07	0	0.24		
복수면	1	0.37	0	0	0.37	4	0.22	0	0	0.23		
금성면	10	0.10	0	0	0.10	5	0.18	0	0	0.19		
진산면	2	0.32	0	0	0.32	6	0.15	0	0	0.16		
재원면	5	0.26	0	0	0.26	7	0.15	0	0	0.15		
남이면	4	0.27	0	0	0.27	8	0.13	0	0	0.13		
부리면	6	0.26	0	0	0.26	9	0.13	0	0	0.13		
남일면	7	0.24	0	0	0.24	10	0.09	0	0	0.10		

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

34 / 103

❷ 취약성 평가(부문별 결과종합)

- 취약성 분석 결과 부문별 금산군 읍·면·동 전체 취약지수 평균값에 따른 우선순위 항목 선정
- 결과에 따른 적응능력향상 정책개발 항목 결정 순위 지원

리스크부문	평가항목	읍면동별 종합지수 평균값			리스크부문	평가항목	읍면동별 종합지수 평균값				
		2000년대과거기초 현재값	순위	HadGEM3-RA RCP8.5 2021-2030			순위	2000년대과거기초 현재값	순위	HadGEM3-RA RCP8.5 2021-2030	순위
건강 (14)	곤충 및 설치류에 의한 전염병 건강 취약성	0.37	10	0.33	10	농축산 (5)	가축 생산성의 취약성	0.26	3	0.26	4
	기타 대기오염물질에 의한 건강 취약성	0.11	14	0.07	14		농경지 토양용치의 취약성	0.58	1	0.57	1
	미세먼지에 의한 건강 취약성	0.45	7	0.49	6		내 수질생태의 취약성	0.36	2	0.29	2
	수인성 폐기 물질에 의한 건강 취약성	0.35	11	0.32	11		사과 생산성의 취약성	0.19	5	0.28	3
	오존농도 상승에 의한 건강 취약성	0.31	12	0.34	9		재배·사육시설 붕괴의 취약성	0.21	4	0.25	5
	목염에 의한 건강 취약성	0.41	9	0.32	11	병해충에 의한 소나무의 취약성	0.43	2	0.43	3	
	한파에 의한 건강 취약성	0.42	8	0.41	7	산림 생산성의 취약성	0.16	8	0.41	4	
	홍수에 의한 건강 취약성	0.22	13	0.19	13	산불에 의한 취약성	0.23	5	0.37	5	
	태풍에 의한 건강 취약성	0.46	6	0.35	8	산사태에 의한 임도의 취약성	0.43	2	0.45	2	
	폭염에 의한 온열질환 취약성(일반)	0.54	3	0.64	2	소나무와 송이버섯의 취약성	0.19	7	0.21	8	
	폭염에 의한 온열질환 취약성(신원개장원자 대상)	0.5	4	0.5	4	집중우우에 의한 산사태 취약성	0.45	1	0.48	1	
	폭염에 의한 온열질환 취약성(65세이상 노인 대상)	0.57	2	0.67	1	곤충의 취약성	0.04	9	-0.01	10	
	폭염에 의한 온열질환 취약성(5세미만 영유아 대상)	0.6	1	0.64	2	국립공원의 취약성	0.21	6	0.26	6	
	폭염에 의한 온열질환 취약성(아노노동자 대상)	0.5	4	0.5	4	정밀수의 취약성	0.34	4	0.23	7	
국토/연안 (8)	폭염에 의한 기반시설 취약성	0.37	3	0.36	1	물 (12)	가뭄에 의한 산림식생의 취약성	0.04	9	0.2	9
	폭염에 의한 기반시설 취약성	0.39	2	0.32	3		수질 및 수생태의 취약성	0.24	2	0.27	2
	해수면상승에 의한 기반시설 취약성	0.27	5	0.27	5		이수에 의한 침전성	0.04	9	0.07	8
	홍수에 의한 기반시설 취약성	0.42	1	0.36	1		취수의 취약성	0.29	1	0.33	1
	태풍에 의한 기반시설 취약성	0.16	6	0.19	6		단기가뭄에 의한 용수 취약성(일반)	0.23	3	0.21	5
	토사재해에 대한 기반시설 취약성	0.14	7	0.14	7		장기가뭄에 의한 용수 취약성(일반)	0.22	6	0.22	3
	홍수에 따른 건축물 취약성	0.29	4	0.3	4		단기가뭄에 의한 용수 취약성(농업용수 대상)	0.06	8	0.05	9
	토사재해에 대한 건축물 취약성	0.12	8	0.12	8		장기가뭄에 의한 용수 취약성(농업용수 대상)	0.01	10	0.02	10
					단기가뭄에 의한 용수 취약성(공업용수 대상)		0.23	3	0.2	6	
					장기가뭄에 의한 용수 취약성(공업용수 대상)		0.22	6	0.22	3	
					단기가뭄에 의한 용수 취약성(생활용수 대상)		0.23	3	0.2	6	

· 상위 평균에 따른 부문별 취약성지수
 2000년대: 건강(0.57) > 산림/생태계(0.44) > 농축산(0.40) > 국토/연안(0.39) > 물(0.27)
 2020년대: 건강(0.65) > 산림/생태계(0.45) > 농축산(0.45) > 국토/연안(0.35) > 물(0.30)
 → 우선순위 ① ② ③ ④ ⑤

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

취약성 평가(자료의 한계)

- 현재 VESTAP에서 제공중인 취약성 평가는 각 유관기관에서 일괄 제공되는 자료로 구축
 -> 시·군·구 통계자료의 적용으로 읍·면·동별 사회경제 현황자료 미흡

자료명	부문	지표명	구축형태
곤충 및 설치류에 의한 전염병건강 취약성	기후 노출	1일 최대 강수량(mm)	기상/기후 원시자료
	기후 노출	일강수량이80mm 이상인날의횟수(회)	기상/기후 원시자료
	기후 노출	일 최고기온이33℃이상인날의횟수(회)	기상/기후 원시자료
	기후 노출	일 최저기온이25℃이상인날의횟수(회)	기상/기후 원시자료
	기후 변화 민감도	연간 말라리아 환자 발생 수(명)	시도 통계 가공자료
	기후 변화 민감도	연간 쯔쯔가무시증 환자 발생 수(명)	시도 통계 가공자료
	기후 변화 민감도	14세이하인구(명)	읍면동 통계 원시자료
	기후 변화 민감도	65세이상 인구(명)	읍면동 통계 원시자료
	기후 변화 민감도	기초생활수급자 인구비율(%)	시도 통계 가공자료
	기후 변화 민감도	독거노인(65세이상) 비율(%)	시도 통계 가공자료
	적응 능력	GRDP 보건업 및 사회 복지 서비스업(백만원)	시군구 통계 원시자료
	적응 능력	건강보험적용 인구비율(%)	시군구 통계 가공자료
	적응 능력	인구당 보건소 인력(명/만명)	시군구 통계 가공자료
	적응 능력	인구당 응급의료 기관수(개/십만명)	시도 통계 가공자료
적응 능력	재정 자립도(%)	시군구 통계 원시자료	
적응 능력	지역 내 총생산 (GRDP)(백만원)	시군구 통계 원시자료	

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

취약성 평가(현황자료 개선·보완)

- 금산군 읍·면·동 현황자료 대응변수 수정 적용
 -> 대응변수 10건 현실화, 그 중 '곤충 및 설치류에 의한 전염병 건강 취약성'에 4건 수정 적용

		곤충 및 설치류에 의한 전염병 건강 취약성							
부문	건강	지표명							
		연간쯔쯔가무시증 환자발생수		연간말라리아 환자발생수		독거노인(65세이상)비율		기초생활수급자인구비율	
단위	명	시군구통계 가공자료	읍면동통계 구축자료	시군구통계 가공자료	읍면동통계 구축자료	시군구통계 가공자료	읍면동통계 구축자료	시군구통계 가공자료	읍면동통계 구축자료
연번	명칭	기준값	대응변수	기준값	대응변수	기준값	대응변수	기준값	대응변수
1	강경읍	66.3	5.3	0.9	0.0	0.05	8.46	5.13	4.62
2	면무읍	66.3	6.2	0.9	0.0	0.05	7.92	5.13	3.45
3	성동면	66.3	4.4	0.9	0.0	0.05	9.92	5.13	2.41
4	광석면	66.3	4.2	0.9	0.0	0.05	10.17	5.13	3.40
5	노성면	66.3	2.4	0.9	0.0	0.05	10.06	5.13	2.62
6	상월면	66.3	1.8	0.9	0.0	0.05	9.66	5.13	3.01
7	부적면	66.3	4.2	0.9	0.0	0.05	9.52	5.13	3.04
8	진산면	31.9	9.6	0.20	0.0	6.35	1,219	5.13	84
9	복수면	31.9	6.0	0.20	0.0	6.35	1,082	5.13	86
10	추부면	31.9	7.0	0.20	0.0	6.35	1,657	5.13	211

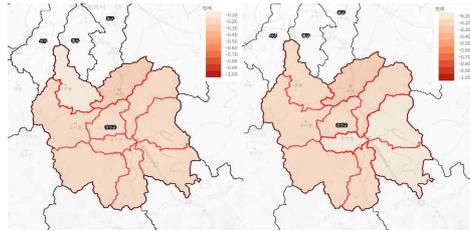
*참고자료: 통계청, 금산군통계연보 등

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

취약성 평가(VESTAP 적용 결과)

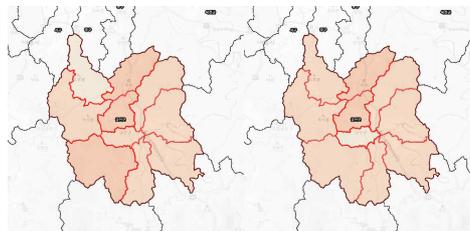
- 금산군 현황자료 대응변수 수정 적용 결과

행정구역 명칭	취약성평가대응변수별 결과 값(점)									
	2000년대 과거기준 현재값				HadGEM2-RA RCP8.5 2021~2030					
	순위	기후노출	민감도	적응능력	총합지수	순위	기후노출	민감도	적응능력	총합지수
금산읍	8	0.16	0.00	0.05	0.11	10	0.06	0.00	0.05	0.01
금성면	2	0.19	0.02	0.03	0.18	5	0.15	0.02	0.03	0.14
재원면	9	0.21	0.00	0.09	0.11	8	0.17	0.00	0.09	0.08
부리면	6	0.18	0.00	0.05	0.14	9	0.11	0.00	0.05	0.07
군북면	7	0.17	0.01	0.05	0.13	4	0.19	0.01	0.05	0.15
남일면	3	0.22	0.00	0.04	0.18	7	0.15	0.00	0.04	0.11
남이면	4	0.22	0.00	0.06	0.16	6	0.18	0.00	0.06	0.13
진산면	5	0.20	0.00	0.04	0.15	3	0.19	0.00	0.04	0.15
복수면	10	0.08	0.00	0.03	0.05	2	0.19	0.00	0.03	0.16
추부면	1	0.16	0.05	0.01	0.21	1	0.20	0.05	0.01	0.25



· 2000년대와 2020년대 취약성지도(VESTAP지표자료 적용)

행정구역 명칭	취약성평가대응변수별 결과 값(점)									
	2000년대 과거기준 현재값				HadGEM2-RA RCP8.5 2021~2030					
	순위	기후노출	민감도	적응능력	총합지수	순위	기후노출	민감도	적응능력	총합지수
금산읍	9	0.16	0.00	0.05	0.12	10	0.08	0.00	0.05	0.03
금성면	1	0.20	0.09	0.03	0.25	2	0.17	0.09	0.03	0.23
재원면	5	0.21	0.07	0.09	0.19	7	0.18	0.07	0.09	0.16
부리면	4	0.19	0.05	0.05	0.19	8	0.12	0.05	0.05	0.13
군북면	8	0.18	0.01	0.05	0.14	6	0.20	0.01	0.05	0.16
남일면	7	0.22	0.00	0.04	0.18	9	0.15	0.00	0.04	0.11
남이면	3	0.22	0.05	0.06	0.21	5	0.18	0.05	0.06	0.17
진산면	6	0.20	0.03	0.04	0.19	3	0.19	0.03	0.04	0.18
복수면	10	0.08	0.02	0.03	0.07	4	0.19	0.02	0.03	0.18
추부면	2	0.17	0.06	0.01	0.22	1	0.20	0.06	0.01	0.26



· 2000년대와 2020년대 취약성지도(금산군 현황자료 적용)

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

취약성 평가(한계와 개선방안)

- VESTAP의 대응변수 읍·면·동 자료 구축 미흡
- 원시자료 시·군·구 통계값 적용(읍·면·동에 총칭남도, 금산군 동일 값 적용)
- 대부분 대응변수 3년 이상 과거자료로 구축(현실화, 최신화 필요)

자료단위 시군구

읍면동
동일 값
최신
자료부족

순위	행정구역 명칭	값	년도
1	금산읍	992,637.00	2017
2	공성면	992,637.00	2017
3	재원면	992,637.00	2017
4	부리면	992,637.00	2017
5	군북면	992,637.00	2017
6	남일면	992,637.00	2017
7	남이면	992,637.00	2017
8	진산면	992,637.00	2017
9	복수면	992,637.00	2017
10	추부면	992,637.00	2017

원시 자료 정보	관련 자료 정보
원시자료명	가속전염병 예방우사 실적
제공기관명	통계청
제공부서명	통계로달문연과
제공시스템	국가통계포털
원시자료단위	시군구
구축단위	전국
기준시점	2012
정보형태	통계표
정보처치	가속전염병 예방우사 실적
속적/해상도	
단위	마리
URL	http://kosis.kr/statHome/statHtm1.do?ng...

원시 자료 정보	관련 자료 정보
원시자료명	가속전염병 예방우사 실적
제공기관명	통계청
제공부서명	통계로달문연과
제공시스템	국가통계포털
원시자료단위	시군구
구축단위	전국
기준시점	2016
정보형태	통계표
정보처치	원상상태 + 불명명세서 + 가속전염병 예방우사 실적
속적/해상도	
단위	마리
URL	http://www.me.go.kr/home/web/policy_data...

* 실제 문헌을 찾아보기는 불가, 시군구단위 자료는 3년 이상 사용

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

리스크 평가(개요)

정의: 기후변화 영향으로 부정적인 영향을 줄 수 있는 사건의 발생가능성과 기후변화 리스크 척도
 발생확률(probability) × 규모(magnitude)

리스크 평가목적

불확실성이 높은 기후변화적응대책수립의 체계적 대응 관리를 위한 과학적기반의정책 수립

[리스크 평가방법(안)]

리스크 평가방법

리스크 인자목록작성: 전문가자문과연구진 내부회의 리스크 척도를 통한 리스크 점수산정

	Probability	Impact					Risk Class
		Very Low	Low	Moderate	High	Very High	
Very Unlikely	1	1	2	3	4	5	Negligible 1-5 Tolerable 6-9 Undesirable 10-15 Intolerable 17-25
Unlikely	2	2	4	6	8	10	
Possible	3	3	6	9	12	15	
Likely	4	4	8	12	16	20	
Very Likely	5	5	10	15	20	25	

[리스크 매트릭스]

- 리스크 평가**
- 리스크 평가 5개부문: 건강, 재난/재해, 농축산, 산림/생태계, 물관리
 - 리스크 평가 49 항목: 건강(14), 재난/재해(8), 농축산(5), 산림/생태계(10), 물관리(12)
 - 리스크 평가 방법: 전문가, 연구진회의를 통해 발생가능성과 파급효과 규모를 항목별로 결정

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

리스크 평가(평가결과)

부문별 리스크 평가 결과 - 건강

항목	발생가능성	파급효과 규모	리스크점수	부문별 순위
1) 폭염으로 인한 사망률 증가	4.5	4.0	18.00	1
2) 폭염으로 인한 질병(온열질환, 심혈관 질환 등) 증가	4.5	3.5	15.75	6
3) 기온 및 습도 상승으로 인한 여름철 질병 및 감염병 증가 (건물곰팡이, 균류 증가)	4.5	2.0	9.00	9
4) 재해으로 인한 사망률 증가	3.0	3.0	9.00	9
5) 재해로 인한 부상, 정신질환 등 증가	3.0	3.0	9.00	9
6) 폭염으로 인한 도시 열섬 현상의 심화로 취약계층에 대한 영향 증대	4.0	4.0	16.00	3
7) 폭염으로 인한 수인성·식품매개 감염병의 증가	4.0	4.5	18.00	1
8) 기온상승으로 인한 감염병 증가(매개곤충 감염병 등)	3.0	4.5	13.50	8
9) 기온상승으로 인한 알러젠 증가(아토피 등)	2.0	2.5	5.00	13
10) 겨울철 한파로 인한 심혈관계 질환 증가	4.0	3.5	14.00	7
11) 겨울철 기온상승으로 인한 겨울철 질병 및 감염병 (말라리아 등) 증가	3.0	2.5	7.50	12
12) 단기간 급작스러운 기상변동으로 인한 질병 증가	2.0	2.5	5.00	13
13) 유해물질 노출, 대기오염으로 인한 사망률 증가	4.0	4.0	16.00	3
14) 유해물질 노출, 대기오염으로 인한 호흡기계, 심혈관계 질환 증가	4.0	4.0	16.00	3

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

리스크 평가(평가결과)

부문별리스크평가결과-재난/재해,농축산

	항목	발생가능성	파급효과 규모	리스크점수	부문별 순위
재난 / 재해	1) 집중호우에 따른 침수로 인한 기반시설 기능저하 및 마비	4.0	3.5	14.00	2
	2) 급경사지 토사유출로 인한 기반시설 기능저하 및 마비	3.5	3.0	10.50	5
	3) 집중호우로 인한 제방, 교량 등 하천시설 붕괴 위험 증가	4.0	4.0	16.00	1
	4) 대설로 인한 도로, 철도 등 교통시설 기능저하 및 마비	4.0	3.5	14.00	2
	5) 대설로 인한 가설 건축물(비닐하우스, 축사 등) 손상 및 붕괴위험 증가	4.0	3.0	12.00	4
	6) 대설로 인한 취약지역 거주민 고립위험 증가	2.0	2.5	5.00	7
	7) 도시 열섬효과 심화	2.0	2.5	5.00	7
	8) 강풍으로 인한 가로 시설물(간판, 표지판, 전기공급시설 등) 파손	3.0	2.5	7.50	6
농축산	1) 집중호우로 인한 비료, 살충제, 축산폐기물 유출 증가	3.0	2.5	7.50	7
	2) 겨울철 온도 증가로 인한 해충 및 질병 확산, 이로 인한 작물	4.0	2.0	8.00	6
	3) 홍수 및 태풍으로 인한 농작물 및 가축 피해 증가	4.0	2.5	10.00	3
	4) 강수량 증가로 인한 농경지 침식	3.0	2.5	7.50	7
	5) 농작물 재배 시기 및 적지 변화	5.0	3.5	17.50	1
	6) 기상재해로 인한 농축산 시설붕괴	3.0	3.0	9.00	4
	7) 극한 기상으로 인한 가축 스트레스 및 질병, 사망 심화	4.5	2.5	11.25	2
	8) 농업시설 재배작물 및 가축들의 온도 및 환경유지를 위한 에너지 및 비용 변화	4.5	2.0	9.00	4

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

리스크 평가(평가결과)

부문별리스크평가결과-산림/생태계,물관리

	항목	발생가능성	파급효과 규모	리스크점수	부문별 순위
산림 / 생태계	1) 기후변화에 취약한 국내 고유·특산종 멸종위기 가속화	4.5	3.0	13.50	4
	2) 불철 가뭄으로 인한 토양수분 부족 및 건조현상 심화	4.5	3.0	13.50	4
	3) 기후변화로 인한 각 종의 성장 및 생존률 변화	4.0	2.5	10.00	6
	4) 기온변화로 인한 생물 계절 불일치	4.0	3.5	14.00	2
	5) 겨울철 적설량 변화로 인한 생태계 변화	3.0	2.5	7.50	7
	6) 강수량 및 세기 증가로 인한 토양 침식	2.5	2.0	5.00	8
	7) 해충의 월동 생존율 증가	4.0	3.5	14.00	2
	8) 산불(화재) 증가로 인한 수목 피해	3.5	4.5	15.75	1
물관리	1) 가뭄으로 인한 하천지류 건천화	5.0	2.5	12.50	5
	2) 가뭄으로 인한 생활용수(음용수 등) 부족	3.5	4.0	14.00	2
	3) 가뭄으로 인한 농업용수 부족	4.0	3.5	14.00	2
	4) 농작물 증발산량 증가로 인한 물수요 증가	4.5	3.0	13.50	4
	5) 물 부족으로 인한 지하수의 난개발	3.0	2.5	7.50	9
	6) 가뭄으로 인한 지역간/계층간 물공급 격차 심화	3.0	3.0	9.00	7
	7) 강우패턴 변화에 의한 수생태 변화	3.5	2.0	7.00	11
	8) 기온상승으로 인한 수생태 변화	3.5	2.5	8.75	8
	9) 기온상승에 따른 조류, 병원균으로 인한 수질악화	4.0	3.0	12.00	6
	10) 강우패턴 변화에 의한 수질악화	3.0	2.5	7.50	9
	11) 강우패턴 변화로 인한 지역 수자원 공급능력 저하	4.0	4.0	16.00	1

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

리스크 평가(우선순위)

부문	발생가능성	파급효과 규모	리스크 점수	순위	시민 평가
건강	3.5	3.4	12.00	1	5(15.09)
재난/재해	3.3	3.1	10.14	4	1(16.33)
농축산	3.9	2.6	9.93	5	3(15.56)
산림/생태계	3.8	3.1	11.48	2	4(15.38)
물관리	3.7	3.0	11.01	3	2(15.82)

※ 시민 평가: 인식도 조사 중 시민 대상 리스크 발생가능성과 영향에 추가 조사 분석 결과

- 전문가 평가 결과(건강-산림/생태계)와 시민 평가(재난/재해-물)의 리스크 점수 우선 순위 상이
- 평가항목별 시민, 전문가 평가상이 항목 존재: 전문가농축산, 시민건강 평가결과리스크가 낮은 것으로 나타남
- 정책결정을 위한 고려사항 : 시민 지역 기후변화 경험보유, 전문가평가항목에 대한 연구 경험보유

 리스크 평가 결과 리스크 점수가 높은 평가항목에 대해서는 **적응역량 강화를 위한 사업 발굴 필요**

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

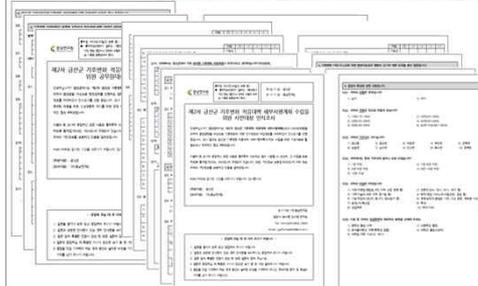
인식조사(개요)

- 금산군의 지역사회 여건 변화를 고려한 기후변화 영향과 피해, 취약성 등에 대한 군민의 체감과 실태 파악
- 기후변화에 대한 인지 정도와 지역사회가 요구하는 정책 등을 파악하여 계획수립에 반영

찾아가는 기후변화역량강화 교육 및 인식조사(대면조사)

- 지역별 인구편차를 고려한 맞춤형 교육과 인식조사(일반인)
 - 10인 내외 : 제원면, 부리면, 군북면, 남일면, 남이면
 - 20인 내외 : 금성면, 진산면, 북수면
 - 30인 내외 : 금산읍, 추부면
- 부문 및 세부사업 관련 부서 대상 인식조사(공무원)
 - 안전총괄과, 주민복지지원실, 보건소(보건행정과, 건강증진과), 농업기술센터(기술지원과, 기술보급과, 도시경관농업추진단), 인삼약초과, 농업유통과, 산림녹지과, 환경자원과
- 대상인원
 - 금산군민 203명 대상(일반인 142명, 공무원 61명)
- 주요 결과
 - 기후변화에 대한 관심은 있으나 인식도가 매우 저조하여 주기적인 방문교육 필요
 - 고령인구와 노후 건물이 많아 계획수립 시 고려 필요
 - 리스크 평가 시 군민과 전문가 의견에 대한 차별성 부각 필요

인식도 조사진행(2020. 10. 19. ~ 12. 22.)



3.3 지역현황 및 적응여건 분석

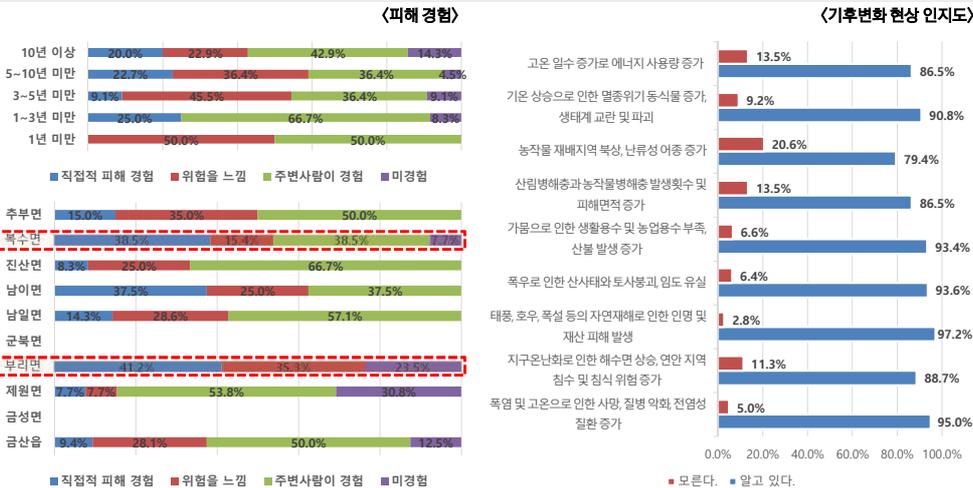
인식조사(설문지 문항)

일반인(군민)		공무원	
응답자 특성	성별	성별	성별
	연령	연령	연령
응답자 특성	거주지	거주지	거주지
	계정기간	계정기간	계정기간
응답자 특성	직업	직업	직업
	학력	학력	학력
기후변화에 대한 의견	의견도	의견도	의견도
	1) 폭염 및 고온으로 인한 사망, 질병 악화, 전염성 질환 증가	1) 폭염/고온으로 인한 사망/사망자 발생	1) 폭염/고온으로 인한 사망/사망자 발생
	2) 지구온난화로 인한 해수면 상승, 연안 지역 침수 및 침식 위험 증가	2) 홍수/가뭄으로 인한 침수/침식 위험 증가	2) 홍수/가뭄으로 인한 침수/침식 위험 증가
	3) 태풍, 호우, 폭설 등의 자연재해로 인한 인명 및 재산 피해 발생	3) 곤충 및 설치류에 의한 감염병(말라리아, 프랑수아시 열기열 등) 증가	3) 곤충 및 설치류에 의한 감염병(말라리아, 프랑수아시 열기열 등) 증가
	4) 폭우로 인한 산사태와 토사붕괴, 임도 유실	4) 기후변화로 인한 수질오염(농약, 비료 등) 증가	4) 기후변화로 인한 수질오염(농약, 비료 등) 증가
	5) 가뭄으로 인한 생활용수 및 농업용수 부족, 산물 발생 증가	5) 기후변화에 의한 감염병(말라리아 등) 발생 위험 증가	5) 기후변화에 의한 감염병(말라리아 등) 발생 위험 증가
	6) 산림병해충과 농작물병해충 발생률 증가 및 피해액 증가	6) 대기오염으로 인한 호흡기질환 발생률 증가	6) 대기오염으로 인한 호흡기질환 발생률 증가
	7) 농작물 재배지역 폭설, 난류성 어종 증가	7) 도시정장 및 기후변화 취약지역의 기후변화 피해 대책	7) 도시정장 및 기후변화 취약지역의 기후변화 피해 대책
	8) 기존 상층으로 인한 열중위기 동식물 증가, 생태계 교란 및 파괴	8) 폭우에 의한 사회기반시설 피해 증가	8) 폭우에 의한 사회기반시설 피해 증가
9) 고온 열수 증가로 에너지 사용량 증가	9) 폭설에 의한 산사태 증가	9) 폭설에 의한 산사태 증가	
기후변화의 심각성과 영향	중립(일각성)	중립(일각성)	중립(일각성)
	극심(심각성)	극심(심각성)	극심(심각성)
	경험	경험	경험
	직접(직접)	직접(직접)	직접(직접)
	재난/생태(재난)	재난/생태(재난)	재난/생태(재난)
	농업(농업)	농업(농업)	농업(농업)
	농촌(농촌)	농촌(농촌)	농촌(농촌)
	산림/생태(산림)	산림/생태(산림)	산림/생태(산림)
	물관리(물관리)	물관리(물관리)	물관리(물관리)
	문화(문화)	문화(문화)	문화(문화)
기타(기타)	기타(기타)	기타(기타)	
기후변화 적응정책	필요성	필요성	필요성
	필요성	필요성	필요성

3.3 지역현황 및 적응여건 분석

인식조사(분석결과-일반인)

(피해 경험) 주변사람이 경험(43.4%) > 위협을 느낌(26.2%) > 직접 피해 경험(19.7%) > 피해 경험 없음(10.7%)
 (기후변화 현상 인지도) 태풍 > 폭염 > 폭우 > 가뭄 > 생태 교란 > 해수면 상승 > 병해충 = 고온 일수 증가 > 중 변화

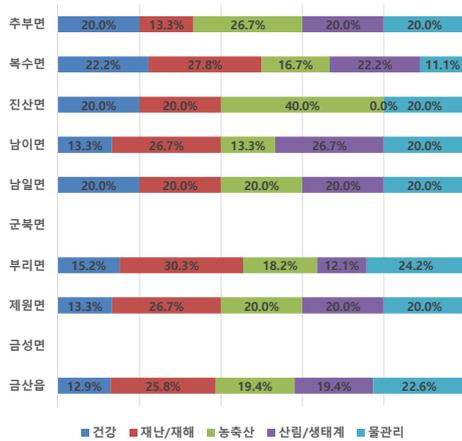


3.3 지역현황 및 적응여건 분석

인식조사(분석결과-일반인)

(현재의 영향) 재난/재해(25.5%) > 물관리(20.4%) > 농축산(19.7%) > 산림/생태계(18.2%) > 건강(16.1%)
 (미래의 영향) 농축산(24.6%) > 재난/재해(22.2%) > 산림/생태계(21.3%) > 물관리(17.4%) > 건강(14.5%)

〈현재의 기후변화 영향〉



〈미래의 기후변화 영향〉

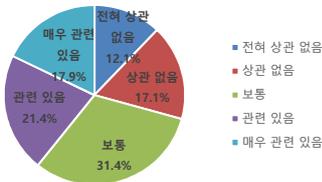


3.3 지역현황 및 적응여건 분석

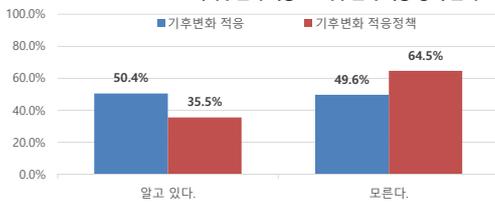
인식조사(분석결과-일반인)

(업무 관련성) 보통(31.4%) > 관련 있음(21.4%) > 매우 밀접(17.9%) > 관련 없음(17.1%) > 전혀 관련 없음(12.1%)
 (지자체 노력) 보통(44.7%) > 노력안함(26.2%) > 노력(18.4%) 등 / (정책 인지도) 적응(50.4%) > 적응정책(49.6%)
 (적응 매체) TV > 인터넷 > 교육 > 기타 > 스마트폰 앱 등

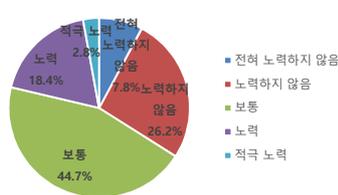
〈업무 관련성〉



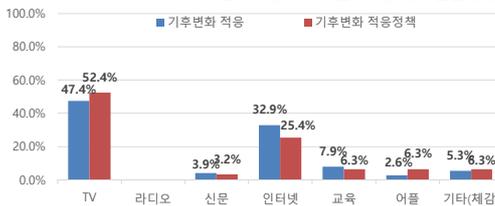
〈기후변화 적응 vs 기후변화 적응 정책 인지도〉



〈금산군의 기후변화 적응대책 수립 노력〉



〈기후변화 적응 vs 기후변화 적응 정책 관련 매체〉

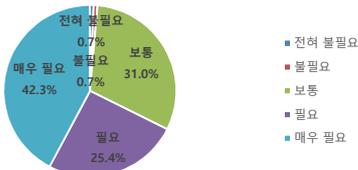


3.3 지역현황 및 적응여건 분석

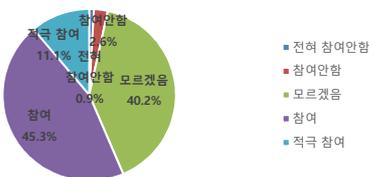
인식조사(분석결과-일반인)

(필요성) 매우 필요(42.3%) > 보통(31.0%) > 필요(25.4%) > 불필요(0.7%) = 전혀 불필요(0.7%)
 (사익에 반할 시 이행여부) 참여(45.3%) > 모르겠음(40.2%) > 적극 참여(11.1%) > 미참여(2.6%) > 전혀 미참여(0.9%)
 (취약성) 재난/재해 > 건강 > 물관리 > 농축산 > 산림/생태계 (정책 우선순위) 재난/재해 > 건강 > 농축산 > 물관리 > 산림/생태계

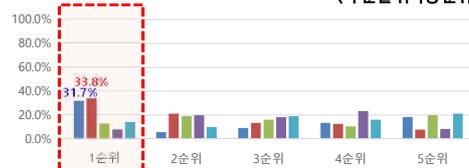
〈기후변화 적응정책 필요성〉



〈적응정책에 대한 순응력(이행여부)〉



〈부문별 취약성 순위〉



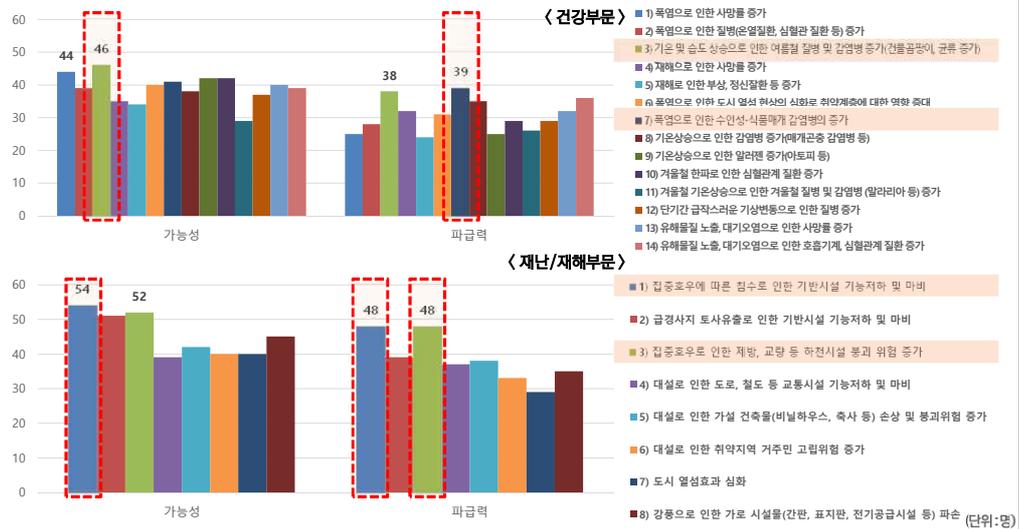
〈부문별 정책 우선순위〉



3.3 지역현황 및 적응여건 분석

리스크영향조사(분석결과-일반인)

기후변화미래 리스크에 대한 발생가능성과 영향의크기에 대한 상대적 순위 비교

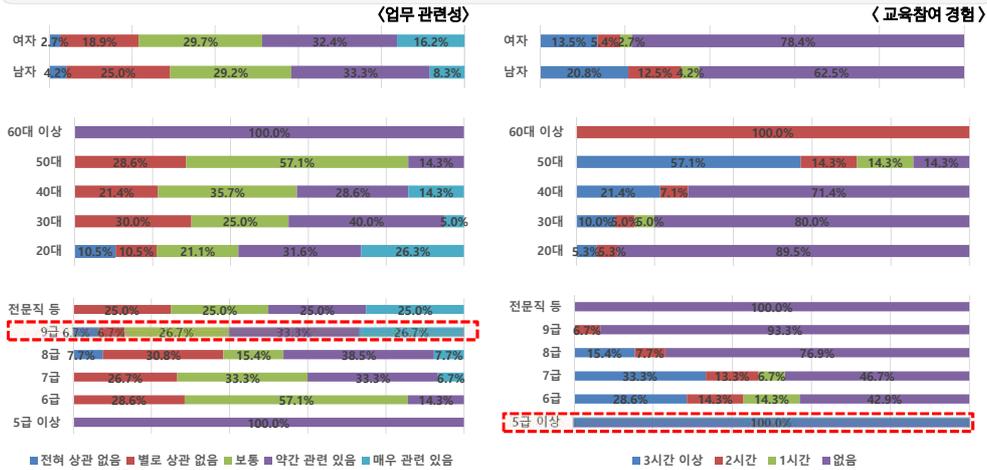


3.3 지역현황 및 적응여건 분석

51 / 103

인식조사(분석결과-공무원)

(대상) 61명 조사(남성 39.3%, 여성 60.7% 응답)
 (업무 관련성) 관련 있음(32.8%) > 보통(29.5%) > 관련 없음(21.3%) > 매우 밀접(13.1%), 전혀 관련 없음(3.3%)
 (교육참여 경험) 없음(72.1%) > 3시간 이상(16.4%) > 2시간(8.2%) > 1시간(3.3%)

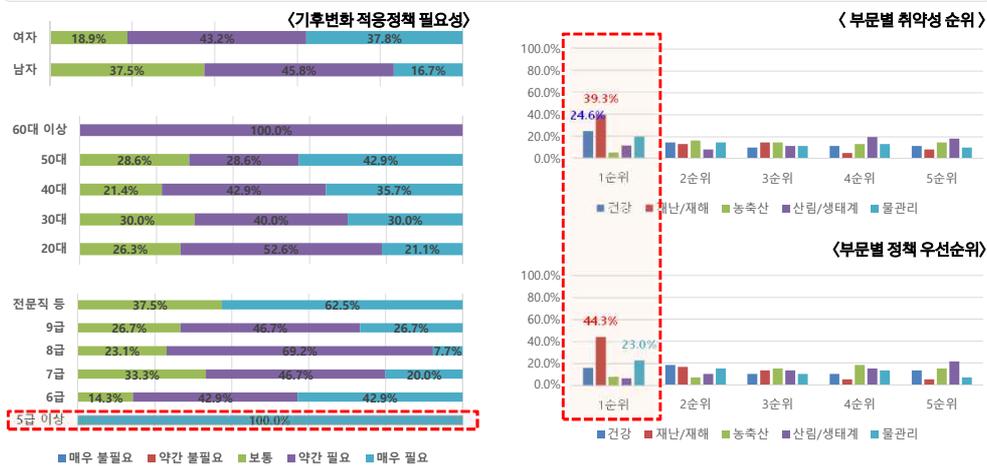


3.3 지역현황 및 적응여건 분석

52 / 103

인식조사(분석결과-공무원)

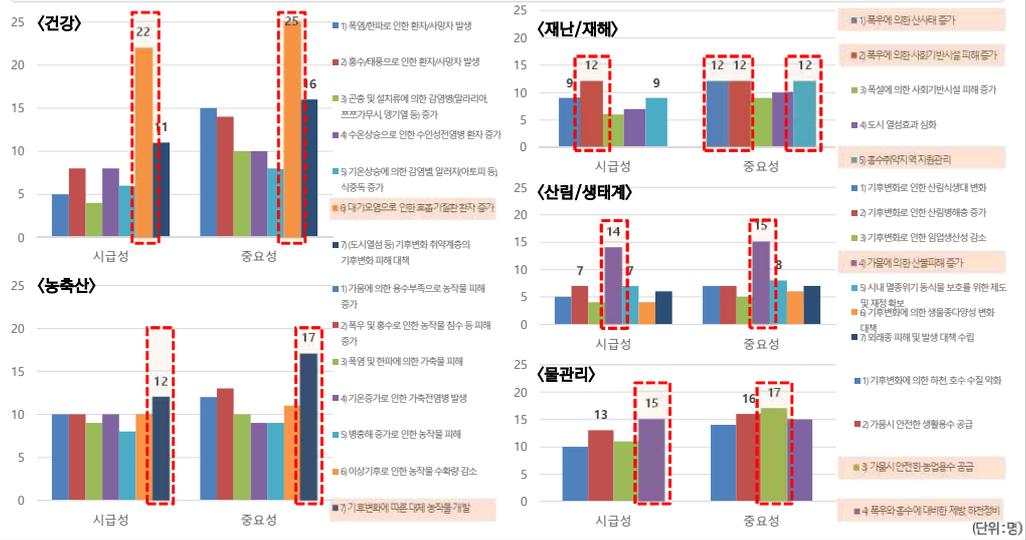
(필요성) 약간 필요(44.3%) > 매우 필요 (29.5%) > 보통(26.2%)
 (취약성) 재난/재해 (39.3%) > 건강(24.6%) > 물관리(19.7%) > 산림/생태계(11.5%) > 농축산(4.9%)
 (정책 우선순위) 재난/재해(44.3%) > 물관리(23.0%) > 건강(16.4%) > 농축산(8.2%) > 산림/생태계(6.6%)



3.3 지역현황 및 적응여건 분석

인식조사(분석결과-공무원)

기후변화 적응대책의 부문별 시급성과 중요성에 대한 상대적 순위 비교



3.4 계획목표 및 추진전략

종합분석 및 진단

지역현황	<ul style="list-style-type: none"> • 금산군 면적 중 70.1%가 임야로 기후변화에 따른 식생변화, 생태변화 관리 필요 • 30년 이상 노후주택 61.2%이상, 주택 관리대책 필요
기후현황·전망	<ul style="list-style-type: none"> • 연평균기온 및 폭염발생 최대일수 추가추세 - 가뭄발생 가능성 증가 • 동금산지역의 부리면 '가뭄', 서금산지역의 복수면 '폭염·한파' 예상 - 맞춤정책 필요
기후변화영향	<ul style="list-style-type: none"> • 겨울보다 여름 발생 재난/재해 현상의 영향 노출빈도가 높음 • 재난/재해-기후 간의 연관성에 대한 인식 부족 - 기후변화교육 필요
취약성평가	<ul style="list-style-type: none"> • 취약성 순위 : 건강 > 산림/생태계 > 농축산 > 국토/연안 > 물 • 읍·면·동별 민감도, 적응능력 미흡 부분의 보완 정책 필요
리스크평가	<ul style="list-style-type: none"> • 전문가 평가 : 건강 > 재난/재해 > 물관리 > 산림/생태계 > 농축산 • 시민 평가 : 재난/재해 > 물관리 > 농축산 > 산림/생태계 > 건강
지역인식조사	<ul style="list-style-type: none"> • 취약성 우선순위 : (일반인, 공무원) 재난/재해 > 건강 > 물관리 > 농축산 > 산림/생태계 • 정책 우선순위 : (일반인) 재난/재해 > 건강 > 농축산 / (공무원) 재난/재해 > 물관리 > 건강

- 조사·분석 항목별 부문별 우선순위 상이 : **재난/재해**부문 대다수 평가에서 우선순위 확보
- 우선순위 정책결정 위해 평가를 **종합적으로 판단** 할 수 있는 지표 제시 필요

3.4 계획목표 및 추진전략

55 / 103

우선순위 선정 제안

- 중점추진분야 선정을 위해 각 현황조사, 분석에 대해 우선순위 순서별 점수 부여 순위를 산정
- 조사, 분석 방법별 반영율 조정을 위해 가중치를 조정하여 적용 한 결과 영향 미미
- 우선순위: 1. 재난/재해, 2. 건강, 3. 물관리, 4. 농축산, 5. 산림/생태계

부문	취약성	시민리스크	전문가리스크	인식도 조사		1안	2안	3안
				취약성	우선순위			
건강	1	5	1	2	2	2.2	2.5	2.5
재난/재해	4	1	2	1	1	1.8	1.8	1.8
농축산	3	3	5	4	4	3.8	3.7	3.7
산림/생태계	2	4	4	5	5	4	3.9	3.9
물관리	5	2	3	3	3	3.2	3.1	3.1
가중치 1안	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
가중치 2안	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2			
가중치 3안	0.3	0.4	0.3					

- 과거 적은 패러다임 재해경감 후 순위로 변경, **가치창출의 새로운 패러다임 요구 증가**
- 분석결과 제2차 적응대책 중점추진 분야: **재난/재해, 건강**부문 선정

3.4 계획목표 및 추진전략

56 / 103

비전 및 목표 설정을 위한 SWOT분석

SO전략

- 낮은 기후변화변동성과 재난/재해 연구, 지원 확대로 사전예방역량 강화
- 기후변화적응 관련 투자 확대로 지역농업기반 강화와 고품질농산물 생산성 향상

강점 Strength

- 농업기반 활성화
- 타 지자체에 비해 상대적으로 낮은 기후변화 추이
- 한파/폭설 등에 대한 인프라 기반 우수
- 군민체감 정책 우선순위 일원화

ST전략

- 상대적으로 취약한 겨울철 재난/재해 사전예방 정책 우선추진
- 우수한 기반시설 확보로 기후변화 취약지역 적응능력 향상도모

기회 Opportunity

- 기후변화적응 관련 분야 투자 확대
- 병해충 예찰·방제정보 및 시스템 수요 급증
- 재난/재해에 대한 재정 지원 등 기회증가
- 조립 등 탄소흡수원 확충 사업 확대

SO전략 (역량확대)

ST전략 (역량집중)

WO전략 (기회포착)

WT전략 (약점보완)

위험 Threat

- 지역별 인구 밀집도 차이 심화
- 폭염 및 집중호우 등 여름철 재난/재해 증가
- 미세먼지농도 증가
- 지역특화 사업 및 전략체계 미흡

WO전략

- 기후 취약계층 및 노후 주택 개선을 위한 기후 적응형 사업 투자 확대 추진
- 풍부한 임야를 활용한 탄소흡수원 확대

약점 Weakness

- 임야비중이 높아 식생 및 생태변화 관리 필요
- 기후변화와 재난/재해 간 연계성 인식 부족
- 재난/재해 관련 인프라 취약
- 고령인구 및 주택 노후화 수준 심각

WT전략

- 기후와 재난/재해 연계성을 고려한 지역특화 사업 활성화 정책 수립
- 지역별 인구 밀집도 차이 완화를 위한 취약계층 생활밀착형 사업 발굴

3.4 계획목표 및 추진전략

57 / 103

비전 및 목표(부문별 추진방향, 전략)

금산군 제2차 기후변화 적응대책 세부시행계획(2021~2025)을 통해 **비전**(군민과 함께하는 기후안심도시구현)과 **목표**(기후위기 사전예방체계 구축과 기후대응역량 강화로 취약계층 복지 실현 및 지역경제 활성화 기반 확립)를 설정

1차 계획과의 연계성 확보 및 차별성

비전	군민과 함께하는 기후안심도시 구현	<ul style="list-style-type: none"> - 장기계획 특성상 계획의 연속성 확보 필요 - 비전, 추진전략 수정 최소화 - 세부사업 종료된 실천과제 유지 - 1차 계획 요인분석 + SWOT 분석 추가 고려
	<p>기후위기 사전예방체계 구축과 기후대응역량 강화로 취약계층 복지 실현 및 지역경제 활성화 기반 확립</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 1차 계획 요인분석 + SWOT 분석 추가 고려 - 군민 참여형 기후변화 적응대책 수립
건강	기후 취약계층 생활환경 개선	
농축산	지역특화 기후대응 농업기술 활성화 기반 강화	
물관리	안정적 수자원 확보	
재난/재해	재난/재해 예방 및 대응체계 강화	
산림/생태계	탄소흡수원 확대로 탄소중립 실현	

3.5 부문별 세부시행계획

58 / 103

5대 부문 54개 세부사업 선정

3단계(서비스 제공)로 진화한 사업

부문	과제번호	세부사업명	사업유형	사업기간	부서명	
건강 (6)	[I-1-가-1]	육한기 대비 한파 설치 및 특성·현과 안전도시 만들기	기존	'21~'25	안전총괄과	
	[I-1-가-2]	공공건축물 그린리모델링 사업(어린이집)	신규(기존)	'21~'22	주민복지지원실	
	[I-1-나-1]	가정으로 찾아가는 방문건강관리	신규(기존)	'21~'25	보건소	
	[I-1-나-2]	사회복지시설 방역소독기 지원	신규(기존)	'21	주민복지지원실	
	[I-1-다-1]	군민재강행 미세먼지 저감사업 추진	신규(기존)	'21~'25	환경지원과	
	[I-1-다-2]	환경오염물질 배출업소 지도·점검	신규(기존)	'21~'25	환경지원과	
	[II-1-가-1]	지역 소독차량 안전생산 기술보급	기존보완	'21~'25	농업기술센터	
	[II-1-가-2]	전문별 맞춤형 안전관리 실천 시범	신규(기존)	'21~'25	농업기술센터	
	[II-1-가-3]	과수 신소득 작목 및 국내육성 신품종 비교연사로 조성	기존보완	'21~'25	농업기술센터	
	[II-1-가-4]	농업용 무인항공기 드론지원	신규(보급)	'21~'25	농업유통과	
농축산 (15)	[II-1-나-1]	시설농가 에너지이용효율화사업	신규(기존)	'21~'25	농업유통과	
	[II-1-나-2]	이상기상 대응 과수 안정생산 기반조성	기존보완	'21~'25	농업기술센터	
	[II-1-나-3]	시설·노지과수 재배 환경개선 시범사업	신규(기존)	'21~'25	농업기술센터	
	[II-1-다-1]	인삼농가 차광막 지원사업	신규(기존)	'21~'25	인삼약조과	
	[II-1-다-2]	인삼 신품종 적파재배 시범	기존보완	'21~'25	농업기술센터	
	[II-1-다-3]	인삼근로파해 경관 종합기술	기존보완	'21~'25	농업기술센터	
	[II-1-다-4]	기후변화 대응 인삼생산자재 지원	신규(기존)	'21~'25	인삼약조과	
	[II-1-라-1]	코로나19 및 기후변화 대응 농업농촌 경쟁력 제고	신규(기존)	'21~'25	농업기술센터	
	[II-1-라-2]	규제혁신 AI·ASF 상시방역체계 운영	신규(기존)	'21~'25	농업유통과	
	[II-1-라-3]	가족친영형 예방백신 지원	신규(기존)	'21~'25	농업유통과	
물관리 (4)	[II-1-라-4]	농작물병해충 예방·방제 체계 구축 사업	기존	'21~'25	농업기술센터	
	[II-1-라-5]	수질오염총량제 관련 용역	신규(기존)	'21~'25	환경지원과	
	[III-1-가-2]	기차천 통합일중형 오염지류 개선사업	신규(보급)	'21~'24	환경지원과	
	[III-1-가-3]	도랑살리기 운동지원 및 사후관리 지원	신규(기존)	'21~'25	환경지원과	
	[III-1-나-1]	금산군 지하수 관리계획 수립	신규(보급)	'21~'22	환경지원과	
	재난/재해 (14)	[IV-1-가-1]	금산군 제2차 자연재해저감 종합계획 수립	신규(기존)	'21~'22	안전총괄과
		[IV-1-가-2]	재해예방사업(피난관리기금)	신규(기존)	'21~'25	안전총괄과
		[IV-1-가-3]	제원지구 자연재해위험지구 지정 추진	신규(보급)	'22~'25	안전총괄과
		[IV-1-가-4]	공용천 재해위험지구 정비사업	신규(기존)	'21	안전총괄과
		[IV-1-가-5]	양지지구 재해위험지구 정비사업	신규(기존)	'21~'23	안전총괄과
[IV-1-나-1]		조청천 지방하천 정비사업	신규(기존)	'21~'22	안전총괄과	
[IV-1-나-2]		주흥천 지방하천 정비사업	신규(기존)	'21~'22	안전총괄과	
[IV-1-나-3]		소학천 정비사업	신규(기존)	'21~'25	안전총괄과	
[IV-1-다-1]		금산지구 풍수해 생활권 종합정비사업	신규(보급)	'21~'25	안전총괄과	
[IV-1-다-2]		풍수해보류 지원	신규(기존)	'21~'25	안전총괄과	
[IV-1-라-1]	스마트 재난상황 통합 전파시스템 구축	신규(보급)	'21	안전총괄과		
[IV-1-라-2]	재난관리시설 및 일상생활 속 안전관리점검강화	신규(기존)	'21~'25	안전총괄과		
[IV-1-마-1]	지역자율방재단 운영 지원	신규(기존)	'21~'25	안전총괄과		
[IV-1-마-2]	재난대응 안전한국 훈련	신규(기존)	'21~'25	안전총괄과		
산림/생태계 (15)	[VI-1-가-1]	경제적·공익적·환경적 조림사업	기존보완	'21~'25	산림복지과	
	[VI-1-가-2]	경제력 육성용 위한 정척소나무기 사업	기존보완	'21~'25	산림복지과	
	[VI-1-가-3]	도시숲(가로수) 조성관리	신규(기존)	'21~'25	산림복지과	
	[VI-1-가-4]	미세먼지 차단숲 조성	신규(보급)	'21~'23	산림복지과	
	[VI-1-나-1]	산림재해 예방센터 신축 및 유지관리	신규(보급)	'21~'25	산림복지과	
	[VI-1-나-2]	생활주변 재해위험목 제거사업	신규(기존)	'21~'25	산림복지과	
	[VI-1-나-3]	병해충 없는 산림 육성	기존보완	'21~'25	산림복지과	
	[VI-1-다-1]	산사태 예방·대응 체계 구축	신규(기존)	'21~'25	산림복지과	
	[VI-1-다-2]	계룡적 사방사업	신규(기존)	'21~'25	산림복지과	
	[VI-1-다-3]	다목적 임도시설 조성 및 관리	기존확대	'21~'25	산림복지과	
[VI-1-다-4]	산림방사대책	기존	'21~'25	산림복지과		
[VI-1-라-1]	공공산림가꾸기 및 미이용 산림바이오매스수집단 운영	기존확대	'21~'25	산림복지과		
[VI-1-라-2]	목재펠릿보일러(난방기) 설치 지원 사업	기존확대	'21~'25	산림복지과		
[VI-1-마-1]	생태계 교란종 퇴치 및 관리	기존	'21~'25	환경지원과		
[VI-1-마-2]	야생동물에 의한 농작물 피해예방 및 지원	기존	'21~'25	환경지원과		

금산군 제2차 기후변화 적응계획 요약

제2차 기후변화 적응계획

- (비전) “군민과 함께하는 기후안심도시구현”
- (대책) 5대 부문, 19개 실천과제, 54개 세부사업
- (중점추진부문) 재난/재해부문

제2차 기후변화 적응계획 추진을 통한 ‘금산군의 현재와 미래 변화상’

①전기차 보급과 경유차 저공해화로 온실가스 22,203tCO₂eq. 감축
환경위해(미세먼지, 온실가스)로부터 안심환경조성

(124대보급, 200대 폐차) → (620대보급, 1,000대 폐차)

②인삼 심품종 재배 면적비를 4배 확대
기후변화에 대응한 신소득 작목 발굴 육성

(면적비 0.5%, 종자지원 2ha) → (면적비 2%, 종자지원 10ha)

③GAP 능가율성 138.6% 확대
코로나19 등 전염병 대응 농업 경쟁력 제고

(1,082농가) → (1,500농가)

④탄소중립공원 및 숲가꾸기로 온실가스 122,008tCO₂eq. 감축
기후변화 대응과 산림자원보존 역할증대

(2,183ha) → (11,732ha)

⑤하천정비 411.4% 확대 추진
자연친화적이고 재해를 예방하는 하천환경 조성

(13km) → (53km)

감사합니다



Chungnam Institute