

발 간 등 록 번 호

11-1360689-000013-10

충청북도 영향예보 연구개발과제 최종보고서

2019



청 주 기 상 지 청 관측예보과

연구 보고서

1. 제목: 충청북도 영향예보 수행 보고서
2. 연구부서: 청주기상지청 관측예보과
3. 연구기간: 2019. 1. ~ 2019. 12.
4. 연구책임자: 관측예보과장 김용진
5. 참여연구원: 이선기¹⁾, 이민우, 김진석, 박종수, 김순, 이상래, 김경록,
김민호, 김응식, 황인우, 박승빈, 김지영, 이해정, 서우석, 이라미,
안양근, 나은미, 조성양, 권진호, 정병우, 장태준, 박현진, 신기
종, 이상돈, 김소희, 이지은, 김태열, 김예림, 이라미, 정기덕²⁾,
유홍종²⁾, 김나윤²⁾, 김민경²⁾, 박정호²⁾, 김충식²⁾, 서유미²⁾, 고병승²⁾,
권순범²⁾, 서가영²⁾, 김우철³⁾
 - 1) 청주기상지청장
 - 2) 청주기상지청 기후서비스과
 - 3) 방재기상지원관

목 차

목차	i
그림목차	ii
표목차	iii

PART I 폭염 영향예보

제1장 서론	1
제2장 충청북도 폭염·기온 변화 경향	3
1. 충북지역 여름철 기온 변화 경향	3
1.1. 여름철 평균기온	3
1.2. 여름철 월 평균기온	4
2. 충북지역 폭염 변화 경향	5
2.1. 폭염 발생건수	5
3. 충북지역 열대야 변화 경향	9
3.1. 열대야 발생건수	9
제3장 충북지역 온열질환자 및 폭염지속일수 분석	10
1. 충북지역 온열질환자 발생 현황 및 폭염지속일수	10
제4장 충북지역 폭염 대응 및 분야별 대처	15
1. 충북지역 폭염대응 및 분야별 대처방법 방문 조사	15
1.1. 기관별 협의 사항	16
1.1.1. 충북도청 자연재난과	16
1.1.2. 충북도청 보건정책과	16
1.1.3. 충북도청 축수산과	17
1.1.4. 충북도청 유기농산과	17
1.1.5. 충북 11개 시·군 폭염담당	18
1.1.6. 수산분야(내수면양식)	20

제5장 폭염 현장답사 및 폭염사례 분석	21
1. 폭염 영향예보 추진을 위한 현장조사 결과	21
1.1. 조사 1팀	21
1.2. 조사 2팀	27
1.3. 조사 3팀	29
1.4. 조사 4팀	32
2. 폭염 사례분석	34
2.1. 조사 1팀	34
2.2. 조사 2팀	44
2.3. 조사 3팀	51
2.4. 조사 4팀	57
제6장 폭염영향예보 만족도 조사	66
1. 폭염 영향예보 정규서비스 만족도 결과	66
1.1. 요약	66
1.2. 만족도 정리	68

PART II 한파 영향예보

제1장 서론	73
제2장 충청북도 한파·기온 변화 경향	75
1. 겨울철 최저기온	75
2. 충북지역 한파 변화 경향	76
2.1. 한파 발생건수	76
3. 충북지역 한파 및 최저기온 변화 경향	80
3.1. 최저 평균기온 및 한파일수	80
3.1.1. 청주시	80
3.1.2. 충주시	82
3.1.3. 제천시	83

3.1.4. 보은군	84
3.1.5. 영동군	85
3.1.6. 옥천군	86
3.1.7. 증평군	87
3.1.8. 진천군	88
3.1.9. 괴산군	89
3.1.10. 음성군	90
3.1.11. 단양군	91
4. 충북지역 겨울철 이상저온 변화 경향	92
4.1. 겨울철 이상저온 발생건수	92
제3장 충북지역 한랭질환자 및 한파지속일수 분석	94
1. 충북지역 한랭질환자 발생 현황 및 한파지속일수	94
제4장 충북지역 봄철 농작물 냉해관련 기상분석	100
1. 농작물 기상재해	100
1.1. 주요 농업기상재해	100
1.1.1. 냉해	100
1.1.2. 상해	101
2. 충북지역 봄철 아침최저기온 특성	103
제5장 한파 현장답사 및 사례분석	117
1. 한파 영향예보 추진을 위한 현장조사 결과	117
1.1. 조사 1팀	117
1.2. 조사 2팀	119
1.3. 조사 3팀	122
1.4. 조사 4팀	125
2. 한파 사례분석	127
2.1. 조사 1팀	127
2.2. 조사 2팀	131

2.3. 조사 3팀	138
2.4. 조사 4팀	142

PART Ⅲ 국지기상연구

제1장 충북 여름철 강수변화 경향	149
1. 연도별 여름철 강수량 변화경향(평균값)	150
2. 연도별 여름철 호우일수	151
3. 연도별 여름철 강수강도 변화경향	153
4. 여름철 강수강도 편차 변화경향	155
5. 충북 11개 시·군의 여름철 강수 변화경향	156
5.1. 단양군	157
5.2. 제천시	159
5.3. 충주시	161
5.4. 음성군	163
5.5. 진천군	165
5.6. 증평군	167
5.7. 괴산군	169
5.8. 청주시	171
5.9. 보은군	173
5.10. 옥천군	175
5.11. 영동군	177
제2장 충북 강수특성 분석	184
1. 충북 11개 시·군의 호우주의보 기준 통계	184
1.1. 조사방법 및 결과	184
1.2. 요약	187
2. 충북지역 일 누적강수량 통계	189

2.1. 조사방법 및 결과	189
2.2. 요약	196
3. 충북지역 시간당 강수량 분포	198
3.1. 조사방법 및 결과	198
3.2. 월별 시간당 강수 빈도	203
3.2. 요약	230

그 림 목 차(PART I)

그림 2.1	충북지역 연별 여름철 평균기온	3
그림 2.2	충북지역 연별 여름철 월 평균기온	4
그림 2.3	충북지역 연간 폭염 발생건수	5
그림 2.4	충북지역 월별 폭염발생 변화 경향(10년 단위)	7
그림 2.5	충북지역 연별 열대야 발생건수	9
그림 2.6	충북지역 연별 열대야 발생건수(10년 단위)	9
그림 3.1	충북지역 연도별 온열질환자 발생 현황	10
그림 3.2	충북 지역별 온열질환자 발생 현황(2015-2016)	10
그림 3.3	충북 지역별 온열질환자 발생 현황(2017-2018).....	11
그림 3.4	충북 지역별 온열질환자 발생 현황(2019)	11
그림 3.5	충북 지역별 폭염주의보 기준 부합 비율	11
그림 3.6	충북 지역별 폭염경보 기준 부합 비율	12
그림 3.7	충북 지역별 폭염영향 관심단계 기준 부합 비율	13
그림 3.8	충북 지역별 폭염영향 심각단계 발생 일수	13
그림 4.1	충북도청 자연재난과 협의	16
그림 4.2	충북도청 보건정책과 협의	16
그림 4.3	충북도청 축수산과 협의	17
그림 4.4	충북도청 유기농산과 협의	17
그림 4.5	충북 11개 시·군 협의	19
그림 5.1	충주시 지형도	22
그림 5.2	충주시 엄정면 지형도	23
그림 5.3	제천시 지형도	24
그림 5.4	제천시 백운면 지형도	25
그림 5.5	제천시 수산면 지형도	25
그림 5.6	단양군 지형도	26
그림 5.7	단양군 영춘면 지형도	26

그림 5.8 청주, 진천, 증평 지형도 및 AWS 위치	28
그림 5.9 충북 지형도 및 답사 이동경로	31
그림 5.10 영동군 지형도	33
그림 5.11 옥천군 지형도	33
그림 5.12 보은군 지형도	33
그림 5.13 충북남부 지형도	33
그림 5.14 7월 (왼쪽) 200hPa와 (오른쪽) 500hPa 고도 편차	36
그림 5.15 7월 해수면온도편차	37
그림 5.16 7월 200hPa 고도 편차	38
그림 5.17 7월 200hPa 동서바람 편차	39
그림 5.18 2018. 8. 1. 09:00 500hPa일기도	39
그림 5.19 2018. 8. 1. 21:00 500hPa일기도	39
그림 5.20 2018. 8. 1. 09:00 850hPa일기도	40
그림 5.21 2018. 8. 1. 21:00 850hPa일기도	40
그림 5.22 2018. 8. 1. 09:00 지상일기도	40
그림 5.23 2018. 8. 1. 21:00 지상일기도	40
그림 5.24 보조분석도(8.1. 00UTC)	40
그림 5.25 보조분석도2(8.1. 00UTC)	41
그림 5.26 연직시계열도(8.15.)	45
그림 5.27 2018. 8. 15. 09:00 500hPa일기도	46
그림 5.28 2018. 8. 15. 21:00 500hPa일기도	46
그림 5.29 2018. 8. 15. 09:00 850hPa일기도	46
그림 5.30 2018. 8. 15. 21:00 850hPa일기도	46
그림 5.31 2018. 8. 15. 09:00 지상일기도	47
그림 5.32 2018. 8. 15. 21:00 지상일기도	47
그림 5.33 2018. 8. 15. 16:00 한반도 국지일기도	47
그림 5.34 보조분석도(8.15. 15KST)	48
그림 5.35 보조분석도2(8.15. 15KST)	49
그림 5.36 낮최고기온 및 특보현황(8.3.)	51
그림 5.37 AWS시계열도(8.3.)	52

그림 5.38 2018. 8. 3. 09:00 500hPa일기도	53
그림 5.39 2018. 8. 3. 21:00 500hPa일기도	53
그림 5.40 2018. 8. 3. 09:00 850hPa일기도	53
그림 5.41 2018. 8. 3. 21:00 850hPa일기도	53
그림 5.42 2018. 8. 3. 09:00 지상일기도	54
그림 5.43 2018. 8. 3. 21:00 지상일기도	54
그림 5.44 2018. 8. 3. 15:00 한반도 국지일기도	54
그림 5.45 보조분석도2(8.15. 15KST)	55
그림 5.46 보조분석도2(8.3. 15KST)	55
그림 5.47 500hPa 고도장 평균 일기도	60
그림 5.48 850hPa 기온장 평균 일기도	61
그림 5.49 500hPa 일기도	61
그림 5.50 700hPa 일기도	62
그림 5.51 850hPa 일기도	62
그림 5.52 지상 일기도	63
그림 5.53 850hPa, 925hPa 유선, 풍속	63
그림 5.54 850hPa, 925hPa 상세 바람장	64

그 림 목 차(PART Ⅱ)

그림 1.1. 충북지역 연도별 한랭질환자 발생수	74
그림 2.1. 충북지역 연별 겨울철 최저기온 평균	75
그림 2.2. 충북지역 연간 한파 발생건수	76
그림 2.3. 충북지역 월별 한파 발생현황(10년 단위)	76
그림 2.4. 청주시 연별 최저기온 평균('89~'18)	80
그림 2.5. 청주시 연별 한파일수('89~'18).....	81
그림 2.6. 충주시 연별 최저기온 평균('89~'18)	82
그림 2.7. 충주시 연별 한파일수('89~'18)	82
그림 2.8. 제천시 연별 최저기온 평균('89~'18)	83
그림 2.9. 제천시 연별 한파일수('89~'18)	83
그림 2.10. 보은군 연별 최저기온 평균('89~'18)	84
그림 2.11. 보은군 연별 한파일수('89~'18)	84
그림 2.12. 영동군 연별 최저기온 평균('99~'18)	85
그림 2.13. 영동군 연별 한파일수('99~'18)	85
그림 2.14. 옥천군 연별 최저기온 평균('99~'18)	86
그림 2.15. 옥천군 연별 한파일수('99~'18)	86
그림 2.16. 증평군 연별 최저기온 평균('99~'18)	87
그림 2.17. 증평군 연별 최저기온 평균('99~'18)	87
그림 2.18. 진천군 연별 최저기온 평균('99~'18)	88
그림 2.19. 진천군 연별 한파일수('99~'18)	88
그림 2.20. 괴산군 연별 최저기온 평균('99~'18)	89
그림 2.21. 괴산군 연별 한파일수('99~'18)	89
그림 2.22. 음성군 연별 최저기온 평균('99~'18)	90
그림 2.23. 음성군 연별 한파일수('99~'18).....	90
그림 2.24. 단양군 연별 최저기온 평균('99~'18)	91
그림 2.25. 단양군 연별 한파일수('99~'18)	91

그림 2.26. 충북지역 겨울철 이상저온 발생 일수('89~'18)	92
그림 2.27. 충북지역 겨울철 이상저온 발생 일수(10년 단위)	93
그림 3.1. 충북지역 연도별 한랭질환자 발생 현황	92
그림 3.2. 충북지역 지역별 한랭질환자 총 발생 현황	94
그림 3.3. 한랭질환자 발생일 최저기온 분포도	95
그림 3.4. 한랭질환자 발생일 평균기온 분포도	95
그림 3.5. 한랭질환자 발생일 최저기온 지속일수	95
그림 3.6. 특보여부에 따른 충북지역 한랭질환자 발생 현황	96
그림 3.7. 충북 지역별 한파영향 주의단계 기준 부합 비율	96
그림 3.8. 충북 지역별 한파영향 경고단계 기준 부합 비율	97
그림 3.9. 충북 지역별 한파영향 관심단계 기준 부합 비율	98
그림 3.10. 충북 지역별 한파영향 심각단계 발생 일수	98
그림 4.1. 벼 작물의 냉해피해 현황	100
그림 4.2. 과수의 피해 단면(왼쪽(종단면), 오른쪽(횡단면))	102
그림 4.3. 배 피해 증상	102
그림 4.4. 포도 피해 증상	102
그림 4.5. 상해, 한해, 동해 대책법	103
그림 4.6. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수(충북 북부)	104
그림 4.7. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수 비율(충북 북부)	104
그림 4.8. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수(충북 중부)	105
그림 4.9. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수 비율(충북 중부)	105
그림 4.10. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수(충북 남부)	106
그림 4.11. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수 비율(충북 남부)	106
그림 4.12. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수(충북 북부)	107
그림 4.13. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수 비율(충북 북부)	107
그림 4.14. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수(충북 중부)	108
그림 4.15. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수 비율(충북 중부)	108
그림 4.16. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수(충북 남부)	109
그림 4.17. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수 비율(충북 남부)	109
그림 4.18. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수(충북 북부)	110

그림 4.19. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수 비율(충북 북부)	110
그림 4.20. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수(충북 중부)	111
그림 4.21. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수 비율(충북 중부)	111
그림 4.22. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수(충북 남부)	112
그림 4.23. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수 비율(충북 남부)	112
그림 4.24. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수(충북 북부)	113
그림 4.25. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수 비율(충북 북부)	113
그림 4.26. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수(충북 중부)	114
그림 4.27. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수 비율(충북 중부)	114
그림 4.28. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수(충북 남부)	115
그림 4.29. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수 비율(충북 남부)	115
그림 5.1. 조사1팀 조사지역 위성사진 및 이동경로	118
그림 5.2. 조사2팀 조사지역 지형도 및 AWS 사진	121
그림 5.3. 조사3팀 조사지역 위험기상 다발구역 및 이동경로	124
그림 5.4. 조사4팀 조사지역 지형도 및 항공사진	126
그림 5.5. 지상 일기도(2018.10.10. 00UTC)	127
그림 5.6. 지상 일기도(2018.10.11. 00UTC)	127
그림 5.7. 수증기 위성영상(2018.10.10. 00UTC)	127
그림 5.8. 수증기 위성영상(2018.10.11. 00UTC).....	127
그림 5.9. 850hPa일기도(2018.10.10. 00UTC)	128
그림 5.10. 850hPa일기도(2018.10.11. 00UTC)	128
그림 5.11. 시계열 자료 분석 (청주 및 보은 ASOS시계열 10.8~10.11/4일간)	128
그림 5.12. 최저기온 기온차(2018.10.10. 00UTC)	129
그림 5.13. 체감온도-기온 (2018.10.11. 00UTC)	129
그림 5.14. 10.10. 17시 발표 기온예측값과 10.11. 관측(실황) 차이	129
그림 5.15. 10.10. 17시 발표 기온과 실황차이	130
그림 5.16. 2012.2.3. 최저기온 및 기상특보	131
그림 5.17. 2012.2.3. 청주, 충주, 제천 시계열도	132
그림 5.18. 500hPa 분석일기도	133
그림 5.19. 850hPa 분석일기도	133

그림 5.20. 지상 분석일기도	134
그림 5.21. 2012. 2. 3. 06:00 한반도 국지일기도	134
그림 5.22. 2012.2.3. 최저기온과 상층기온 상관관계	135
그림 5.23. 2012.2.2.~3. 제천 시계열도	136
그림 5.24. 500hPa 일기도(2018. 12. 04. 00UTC)	139
그림 5.25. 500hPa일기도(2018.12.05. 00UTC).....	139
그림 5.26. 850hPa 일기도(2018. 12. 04. 00UTC)	139
그림 5.27. 850hPa일기도(2018.12.05. 00UTC)	139
그림 5.28. 925hPa 일기도(2018. 12. 04. 00UTC).....	140
그림 5.29. 925hPa일기도(2018.12.05. 00UTC).....	140
그림 5.30. 지상 일기도(2018. 12. 04. 00UTC).....	140
그림 5.31. 지상일기도(2018.12.05. 00UTC)	140
그림 5.32. 12.4. 아침최저기온.....	140
그림 5.33. 12.5. 아침최저기온.....	140
그림 5.34. 아침최저기온 차이(5일-4일).....	140
그림 5.35. 12.9.~10. 최저기온 분포	142
그림 5.36. 500hPa 일기도	143
그림 5.37. 700hPa 일기도	143
그림 5.38. 850hPa 일기도	144
그림 5.39. 지상 일기도	144
그림 5.40. 925hPa 고도, 기온, 상당온위	145
그림 5.41. 위성사진(12. 8. 03~15KST)	145
그림 5.42. 보은, 영동AWS 시계열(7일 00시~8일 24시).....	146
그림 5.43. 충주, 영동EPSgram(UM, ECMWF 예상 기온).....	146
그림 5.44. KLAPS 분석장(925hPa 고도, 기온, 상당온위), 수증기 위성	147
그림 5.45. 충북영동(7일~11일) 아침 최저기온 모델예상 비교	147

그 립 목 차(PART Ⅲ)

그림 1.1. 충북 여름철 기상관서의 강수량 변화 경향	150
그림 1.2. 충북 여름철 기상관서의 호우일수 변화 경향	151
그림 1.3. 충북 여름철 기상관서의 월별 호우일수 변화 경향(10년 단위)	152
그림 1.4. 충북 여름철 기상관서의 강수강도 변화 경향	153
그림 1.5. 충북 여름철 기상관서의 월별 강수강도 변화 경향(10년 단위).....	154
그림 1.6. 충북 여름철 기상관서의 강수강도 편차 변화 경향	155
그림 1.7. 충북 여름철 기상관서의 월별 강수강도 편차 변화 경향(10년 단위)	156
그림 1.8. 여름철 강수량 및 호우일수(단양군)	157
그림 1.9. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(단양군)	158
그림 1.10. 여름철 강수량 및 호우일수(제천시).....	159
그림 1.11. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(제천시).....	160
그림 1.12. 여름철 강수량 및 호우일수(충주시)	161
그림 1.13. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(충주시)	162
그림 1.14. 여름철 강수량 및 호우일수(음성군)	163
그림 1.15. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(음성군)	164
그림 1.16. 여름철 강수량 및 호우일수(진천군)	165
그림 1.17. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(진천군)	166
그림 1.18. 여름철 강수량 및 호우일수(증평군)	167
그림 1.19. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(증평군).....	168
그림 1.20. 여름철 강수량 및 호우일수(괴산군)	169
그림 1.21. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(괴산군)	170
그림 1.22. 여름철 강수량 및 호우일수(청주시).....	171
그림 1.23. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(청주시).....	172
그림 1.24. 여름철 강수량 및 호우일수(보은군)	173
그림 1.25. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(보은군).....	174
그림 1.26. 여름철 강수량 및 호우일수(옥천군)	175
그림 1.27. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(옥천군)	176
그림 1.28. 여름철 강수량 및 호우일수(영동군).....	177

그림 1.29. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(영동군)	178
그림 2.1. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(단양군)	185
그림 2.2. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(제천시)	185
그림 2.3. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(충주시)	185
그림 2.4. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(음성군)	185
그림 2.5. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(진천군)	186
그림 2.6. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(증평군)	186
그림 2.7. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(괴산군)	186
그림 2.8. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(청주시)	186
그림 2.9. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(보은군)	187
그림 2.10. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(옥천군)	187
그림 2.11. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(영동군)	187
그림 2.12. 충북지역 호우주의보 발생횟수	188
그림 2.13. 충북지역 호우주의보 발생빈도	188
그림 2.14. 충북지역 누적강수량 통계(단양군)	189
그림 2.15. 충북지역 누적강수량 통계(제천시)	190
그림 2.16. 충북지역 누적강수량 통계(충주시)	191
그림 2.17. 충북지역 누적강수량 통계(음성군)	192
그림 2.18. 충북지역 누적강수량 통계(증평군)	192
그림 2.19. 충북지역 누적강수량 통계(진천군).....	193
그림 2.20. 충북지역 누적강수량 통계(괴산군)	193
그림 2.21. 충북지역 누적강수량 통계(청주시)	194
그림 2.22. 충북지역 누적강수량 통계(영동군).....	194
그림 2.23. 충북지역 누적강수량 통계(보은군).....	195
그림 2.24. 충북지역 누적강수량 통계(옥천군)	196
그림 2.25. 충북지역 누적강수량 총 발생 횟수.....	196
그림 2.26. 충북지역 누적강수량 총 발생 횟수	197
그림 2.27. 충북지역 6월 시간당강수량 발생빈도(좌: 30mm/hr, 우: 50mm/hr)··	203
그림 2.28. 충북지역 7월 시간당강수량 발생빈도(좌: 30mm/hr, 우: 50mm/hr)··	203
그림 2.29. 충북지역 8월 시간당강수량 발생빈도(좌: 30mm/hr, 우: 50mm/hr) 204	

그림 2.30. 충북지역 9월 시간당강수량 발생빈도(좌: 30mm/hr, 우: 50mm/hr)··	204
그림 2.31. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(단양)··········	205
그림 2.32. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(영춘) ·········	206
그림 2.33. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(제천) ·········	207
그림 2.34. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(수산)··········	208
그림 2.35. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(덕산) ·········	209
그림 2.36. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(충주)··········	210
그림 2.37. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(엄정)··········	211
그림 2.38. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(수안보) ·········	212
그림 2.39. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(노은)··········	213
그림 2.40. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(음성)··········	214
그림 2.41. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(금왕)··········	215
그림 2.42. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(진천)··········	216
그림 2.43. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(증평)··········	217
그림 2.44. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(괴산) ·········	218
그림 2.45. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(청천)··········	219
그림 2.46. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(청주)··········	220
그림 2.47. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(상당)··········	221
그림 2.48. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(대청)··········	222
그림 2.49. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(보은) ·········	223
그림 2.50. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(속리산) ·········	224
그림 2.51. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(옥천)··········	225
그림 2.52. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(옥천청산)········	226
그림 2.53. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(추풍령)··········	227
그림 2.54. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(영동)··········	228
그림 2.55. 2.55. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(가곡)········	229

표 목 차(PART I)

표 2.1. 충북지역 폭염발생 건수(10년 단위)	6
표 2.2. 충북지역 월별 폭염 발생현황(10년 단위)	6
표 2.3. 충북지역 월별 폭염발생 현황(10년 단위)	6
표 2.4. 충북 11개 시·군 낮 최고기온 극값 순위('19년 8.31. 기준).....	8
표 2.5. 충북 지역별 폭염 일수 순위(2018년)	8
표 3.1. 충북 지역별 폭염주의보 기준 부합 비율	12
표 3.2. 충북 지역별 폭염경보 기준 부합 비율	12
표 3.3. 충북 지역별 폭염영향 관심 부합 비율	14
표 3.4. 충북 지역별 폭염영향 심각 부합 비율	14
표 5.1. 폭염 위험지역 현장점검 일정	21
표 5.2. 괴산댐 제원	29
표 5.3. 장마 현황	35
표 5.4. 주요지점 낮최고기온 극값 현황	35
표 5.5. 충북 폭염일수와 열대야일수 순위 현황(6월 1일~8월 21일)	36
표 5.6. 주요 지점별 폭염일수와 열대야일수 현황 (6월 1일~8월 21일)	36
표 5.7. 극값 현황 및 최고기온 분포(2018. 8. 1.)	39
표 5.8. 5.8. 극값 현황(2018. 8. 15.)	44
표 5.9. 낮최고기온 극값 현황(8.3.)	51
표 5.10. 충북 남부지역 폭염특보 현황(연도: 2016년)	58
표 5.11. 충북 남부지역 월별, 순별 폭염 일수 및 폭염 발생 일자(연도: 2016년) ..	59

표 목 차(PART II)

표 1.1. 충북 겨울철 한파 발생일수	73
표 1.2. (10년단위) 겨울철 월별 한파 발생현황	73
표 2.1. 충북지역 월별 한파발생 현황(10년 단위)	77
표 2.2. 충북 11개 시·군 아침 최저기온 극값 순위('19년 2.28. 기준)	77
표 2.3. 충북 11개 시·군 연도별 겨울철 평균기온 및 아침최저기온(최근 10년)	78
표 2.4. 충북 지역별 겨울철 한파 일수 순위(최근 10년).....	79
표 2.5. 최근 10년간 연도별 겨울철 이상저온 일수(4개 시·군)	93
표 3.1. 충북 지역별 한파주의보 기준 부합 비율.....	97
표 3.2. 충북 지역별 한파경보 기준 부합 비율	97
표 3.3. 충북 지역별 한파영향 관심 부합 비율	99
표 3.4. 충북 지역별 한파영향 심각 부합 비율	99
표 4.1. 주요 작물별 냉해 한계 온도	111
표 4.2. 봄철 아침최저기온 2도 한계일(충북북부)	104
표 4.3. 봄철 아침최저기온 2도 한계일(충북중부)	105
표 4.4. 봄철 아침최저기온 2도 한계일(충북남부)	106
표 4.5. 봄철 아침최저기온 0도 한계일(충북북부)	107
표 4.6. 봄철 아침최저기온 0도 한계일(충북중부)	108
표 4.7. 봄철 아침최저기온 0도 한계일(충북남부)	109
표 4.8. 봄철 아침최저기온 -1도 한계일(충북북부).....	110
표 4.9. 봄철 아침최저기온 -1도 한계일(충북중부)	111
표 4.10. 봄철 아침최저기온 -1도 한계일(충북남부)	112
표 4.11. 봄철 아침최저기온 -5도 한계일(충북북부)	113
표 4.12. 봄철 아침최저기온 -5도 한계일(충북중부)	114
표 4.13. 봄철 아침최저기온 -5도 한계일(충북남부)	115
표 4.14. 봄철 충북지역 냉해한계 온도	116
표 5.1. 한파 위험지역 현장점검 일정	117

표 5.2. 충주댐 제원	123
표 5.3. 2012.2.3. 최저기온과 상층기온 상관관계	135
표 5.4. 특보 현황	138
표 5.5. 아침최저기온 현황	138
표 5.6. 12.9.~10. 최저기온(보은, 영동).....	142

표 목 차(PART Ⅲ)

표 1.1. 충북지역 여름철 강수변화 경향 주요 내용	149
표 1.2. 충북 11개 시·군 연도별 여름철 강수량 및 호우일수(최근 10년)	179
표 1.3. 충북 11개 시·군 연도별 여름철 강수강도 ¹⁾ 및 편차 ²⁾ (최근 10년)	180
표 1.4. 충북 11개 시·군 일 최다 강수량 극값('19. 8. 31. 기준)	181
표 1.5. 충북 11개 시·군 일 여름철 1시간 최다 강수량 극값('19. 8. 31. 기준).....	182
표 1.6. 충북 11개 시·군 일 여름철 10분 최다 강수량 극값('19. 8. 31. 기준)	183
표 2.1. 충북지역 강수특성 주요내용	184
표 2.2. 6월 시간당강수량 발생 빈도	198
표 2.3. 7월 시간당강수량 발생 빈도	199
표 2.4. 8월 시간당강수량 발생 빈도	200
표 2.5. 9월 시간당강수량 발생 빈도	201
표 2.6. 10월 시간당강수량 발생 빈도	202

PART I 폭염영향예보

제1장 서론

갈수록 폭염의 강도와 빈도가 점차 증가하고 있다는 점에서 지구온난화로 대표되는 기후변화의 속도가 매우 빠르게 진행 중임을 짐작할 수 있다. 2018년과 같은 폭염이 지속될 것인지는 불확실 하지만, 지금까지 추이를 보면 지속될 가능성이 높다. 단순히 견딜만한 일상적 더위에서 생존과 안전을 위협하는 수준의 폭염이 빈번해 진 요즘, 폭염을 막을 수는 없지만 피해를 줄이기 위한 많은 노력이 필요한 시점이다.

40도에 달하는 초고온 현상은 기존의 폭염경보 만으로 대응하기 힘든 상황이다. 폭염은 자연재난 중 인명피해가 가장 큰 재난으로서 광범위하고 장기간 지속되며, 영향이 다른 재난과 복합화 될 가능성이 크다. 기후변화, 고령화, 양극화, 도시화 등을 고려하면 가까운 미래에 폭염으로 인한 인명피해가 우려된다.(Kim, et al., 2016).

한반도의 이상 기상에 도시 열섬이 더해져 한층 강해진 폭염과 열대야는 도민의 건강과 생명을 위협하고 고통을 안겨주는 단계에 이르렀다. 이제 ‘폭염은 일시적으로 불편한 것이 아닌 극복 해야할 위험한 것’이 되었다.

세계보건기구(WHO, 2009)는 「기후변화로부터의 건강보호(Protecting health from climate change: Connecting science, policy and people)」라는 보고서를 통해 기후변화가 건강에 미치는 영향을 크게 다섯가지로 분류하는데 이중 하나가 도시 폭염으로 인한 사망이 증가하고 있다. 도시 폭염의 특징은 콘크리트와 아스팔트 피복이 높은 도시지역 지표면의 특성상 한 번 흡수된 열이 쉽게 냉각되지 않고 야간에도 그 열을 방출한다는 것이다. 이러한 현상은 주변지역과 비교하여 온도가 더 높게 나타나는 도심 열섬현상을 야기하며, 이는 인구가 밀집된 지역에서 대규모의 인명피해로 이어질 위험이 있다. 예를 들면, 1995년 시카고의 도시열섬현상에 의한 온도 상승으로 약 700여 명의 노약자 인명피해가 발생했다(명수정, 2009). 폭염으로 인한 건강악영향은 피해가 광범위하고 동시다발적이며, 폭염 이후 뒤늦게 나타날 수도 있다는 위험성을 내포하고 있다.

폭염이 재난으로 새롭게 편입되면서 충북 특성에 맞는 대책 마련이 요구된다. 폭염의 위험성에 대한 인식이 높지 않은 상황에서 2018년처럼 심각하고 과거에 유래가 없는

폭염이 닥치거나 지속되면 온열질환뿐만 아니라 다양한 피해가 확산될 위험이 있다.

충청북도는 다른 지역과 같이 폭염에 노출되어 있으며, 그 강도는 심화되고 있다. 2018년 8월 1일 충주의 낮최고기온은 40도로 기상 관측 이후 충북에서 가장 높은 기온을 기록하였다. 같은날 청주는 38.3도, 제천도 39.4도 등 1967년 이후 낮 최고기온 모두가 갱신되었다. 열대야일수도 청주가 34일로 전국에서 가장많은 일수를 기록였다. 그동안 청주에서 열대야가 가장 길게 이어졌던 해는 2016년 10일이었던 점을 감안하면 3배 정도 늘었고, 아침 최저기온 29.9도도 역시 51년 만에 최고치를 경신한 것이다.

충청북도는 2017년 109명의 온열질환자가 발생하였으며, 2018년은 209명으로 약 2배 가까이 증가하였다. 폭염으로 인해 가축은 약 52만 마리가 폐사하였으며, 이 중 약 49만 마리의 닭이 폐사하였다. 이는 2016년 피해의 3배에 해당한다. 도내 농작물 피해현황은 전국 피해의 13%에 달하는 약 303.5ha로서 사과가 131.2ha로 가장 넓고, 다음으로 인삼 77.8ha 순으로 나타났다.

특히, 과수 및 특작 쪽에 피해가 많아서 추후 예방에 초점을 맞출 필요가 있다. 이에 청주지청에서는 폭염피해 사례분석을 유관기관과의 협조를 통해 실시하였으며 폭염관련 대응체계도 분석하였다.

제2장 충북지역 폭염·기온 변화 경향

제1절 충북지역 여름철 기온 변화 경향

1. (연별) 여름철 평균기온

충청북도의 폭염 변화 경향을 분석하기 위해 연별(1979~2018년) 여름철(6~8월) 평균기온을 조사하였다. 분석된 자료는 자료의 연속성을 고려하여 충청북도 기상관서(청주, 충주, 제천, 보은) 지점을 활용하였고, 추풍령지점은 고도가 높은 산지(243.7m)라 제외 하였다.

연별 여름철 평균기온 변화 경향은 아래 그림과 같다.

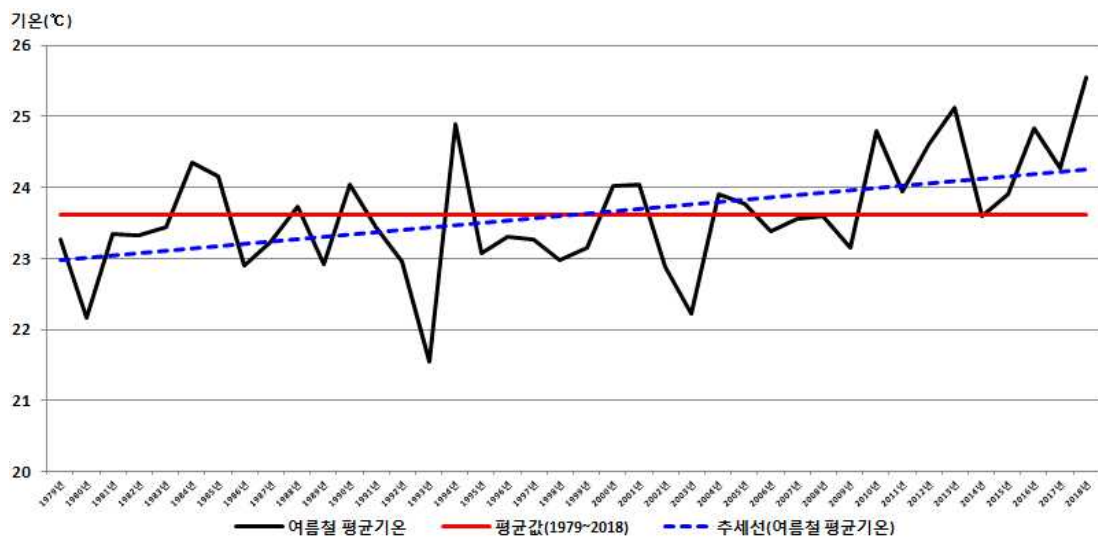


그림 2.1. 충북지역 연별 여름철 평균기온

평균기온 최고기록은 25.6°C(2018년)로 가장 높았으며, 25.1°C(2013년), 24.9°C(1994년) 순으로 기온이 높았다. 평균기온 최저기록은 21.6°C(1993년)로 가장 낮았으며, 22.2°C(1980년), 22.2°C(2003년)순으로 기온이 낮았다.

최근 40년간(1979~2018년) 여름철 평균기온이 점차 상승하는 추세를 보이고 있다.

2. (연별) 여름철 월 평균기온

충북지역의 연별 여름철 월별 평균기온 변화 경향은 아래 그림과 같다.

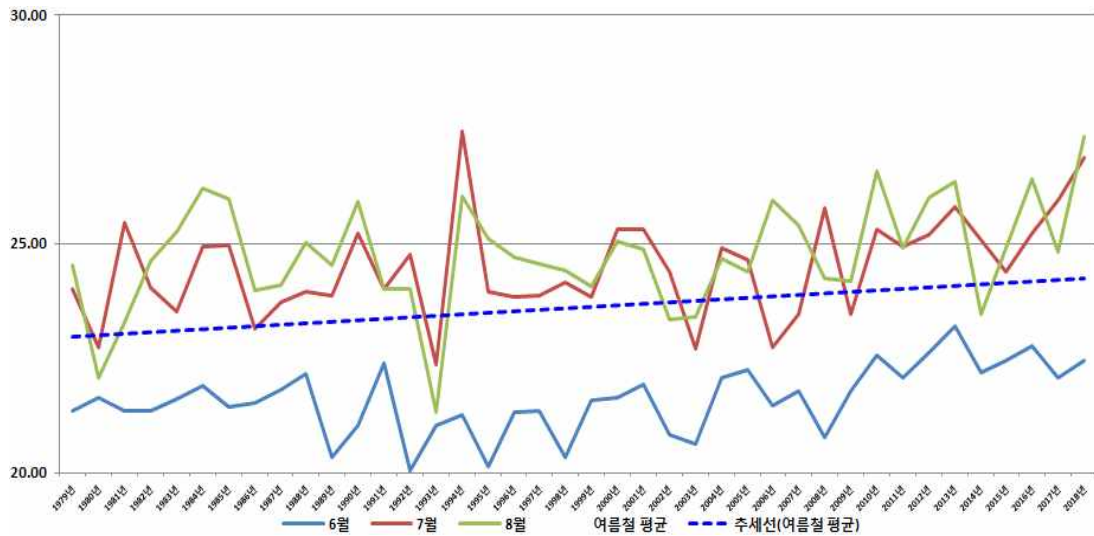


그림 2.2 충북지역 연별 여름철 월 평균기온

7월 평균기온 최고기록은 27.5°C(1994년)로 가장 높았으며, 26.9°C(2018년), 25.8°C(2008년) 순으로 기온이 높았다. 8월 평균기온 최고기록은 27.3°C(2018년)로 가장 높았으며, 26.6°C(2010년), 26.4°C(2016년) 순으로 기온이 높았다.

최근 40년간(1979~2018년) 여름철 월별(6~8월) 평균기온이 점차 상승하는 추세를 보이고 있다.

제2절 충북지역 폭염 변화 경향

1. (연별) 폭염 발생건수

충북지역의 폭염발생(낮 최고기온 33°C 이상 일)건수를 분석하기 위해 최근 30년간 충북 기상관서 4지점을 중심으로 분석해 보았으며, 결과는 아래 그림과 같다.

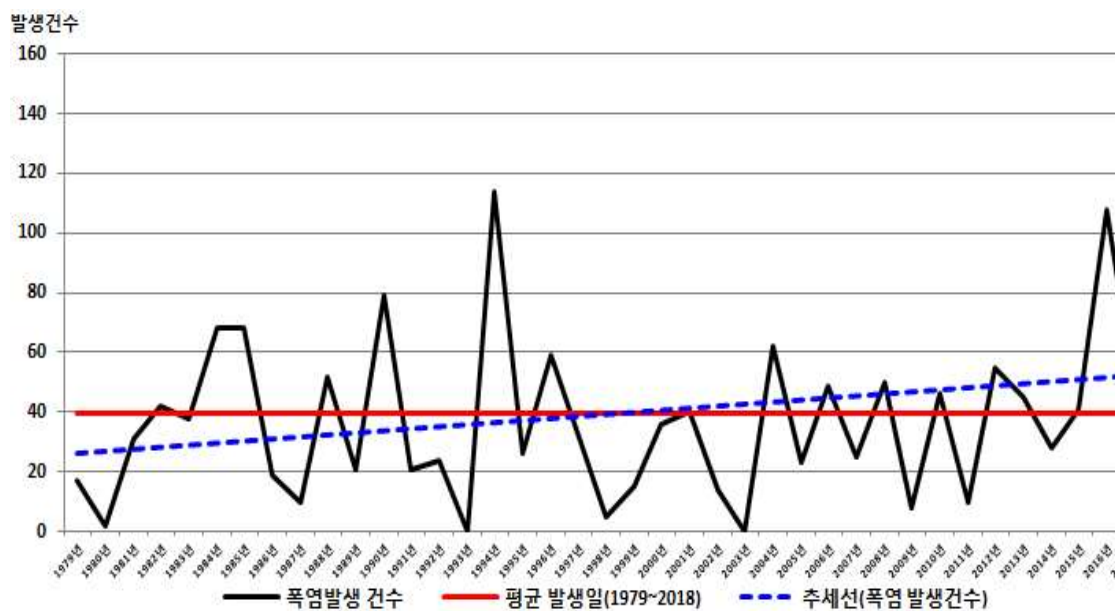
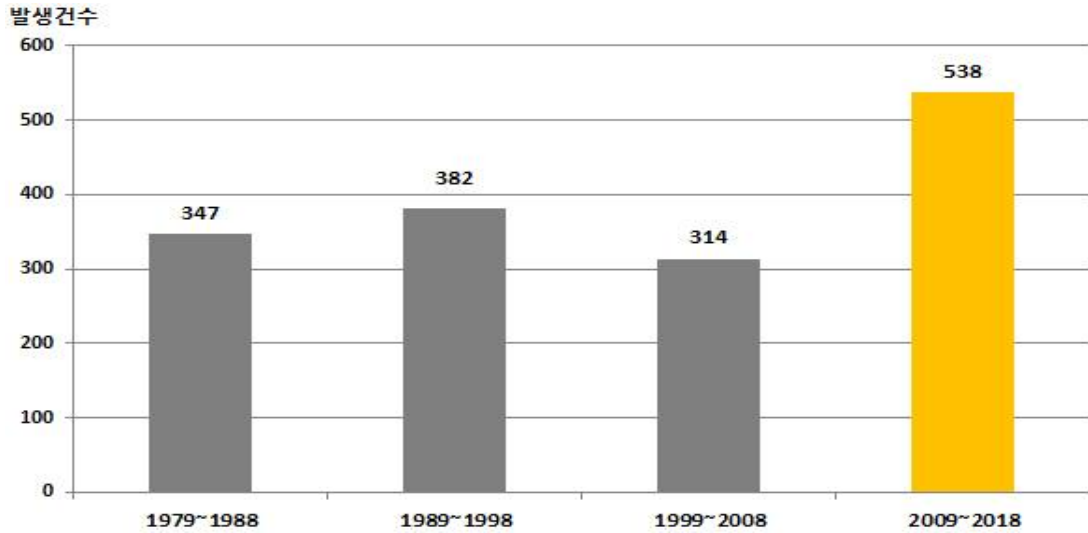


그림 2.3. 충북지역 연간 폭염 발생건수

충북지역의 최다 폭염 발생건수는 150건(2018년)이며, 114건(1994년), 108건(2016년) 순으로 많이 발생하였다. 충북지역의 폭염의 평균적인 발생건수는 40건 정도이며, 최근 40년간 폭염발생은 점차 증가하는 추세를 보이고 있다.

또한 10년 단위로 폭염발생 현황을 알아보았으며, 결과는 아래 표와 같다.

표 2.1. 충북지역 폭염발생 건수(10년 단위)



최근인 2009~2018년이 538건으로 가장 많았으며, 과거 보다 약 1.5배 정도 증가한 것을 확인할 수 있다.

좀 더 자세한 폭염 발생현황을 알아보기 위해 10년 단위의 월별 현황을 조사하였으며, 그 결과는 아래 그림과 표에 나타내었다.

표 2.2. 충북지역 월별 폭염 발생현황(10년 단위)

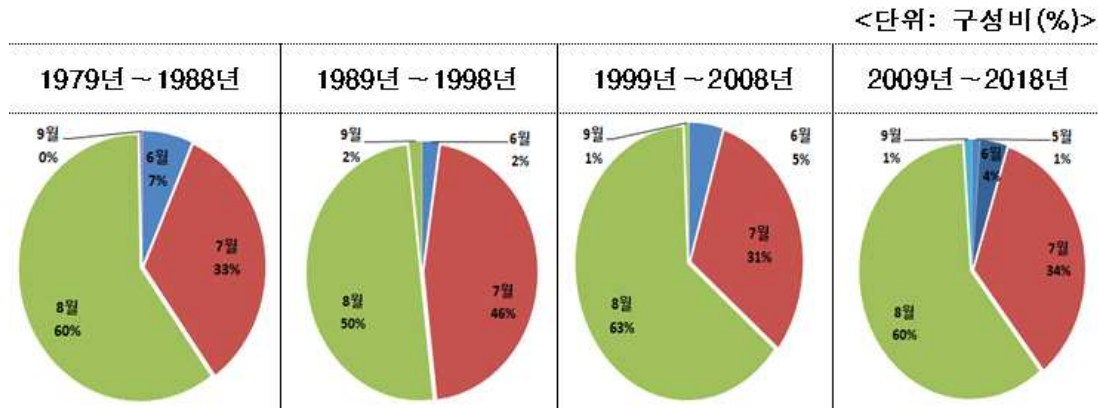


표 2.3. 충북지역 월별 폭염발생 현황(10년 단위)

	4월		5월		6월		7월		8월		9월	
	발생 건수	비율 (%)	발생 건수	비율 (%)	발생 건수	비율 (%)	발생 건수	비율 (%)	발생 건수	비율 (%)	발생 건수	비율 (%)
'79~'88	0	0.0	0	0.0	23	6.6	116	33.4	207	59.7	1	0.3
'89~'98	0	0.0	0	0.0	9	2.4	175	45.8	191	50.0	7	1.8
'99~'08	1	0.3	0	0.0	15	4.8	97	30.9	199	63.4	2	0.6
'09~'18	0	0.0	6	1.1	21	3.9	184	34.2	321	59.7	6	1.1

월별 폭염발생 비율이 8월 > 7월 > 6월 순으로 나타나며 30년간 뚜렷하게 특정 월에 폭염이 집중되거나 감소하는 경향은 보이지 않고 있다.

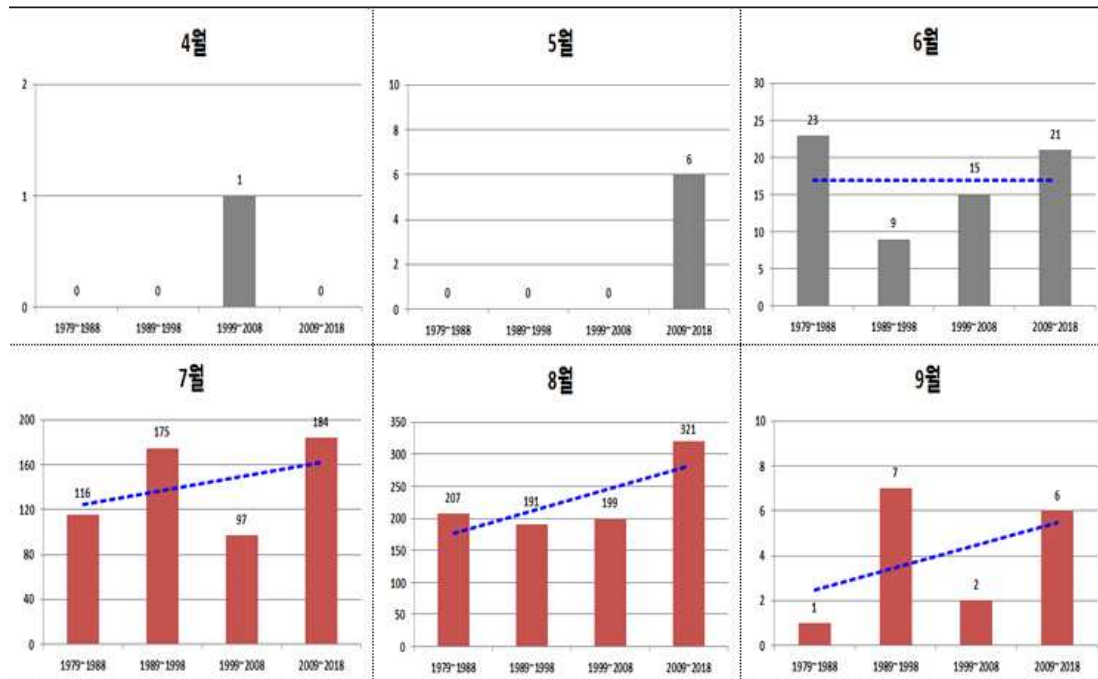


그림 2.4 충북지역 월별 폭염발생 변화 경향(10년 단위)

위 그림의 월별 폭염발생 변화 경향을 보면 7월~9월의 폭염발생 건수가 점차 증가하는 추세이며, 특히 8월의 증가폭이 커지고 있다. 또한 6월의 폭염 발생건수는 90년대부터 뚜렷하게 증가고 있는 경향을 보이고 있다.

이와 같이 충북지역은 최근 들어 폭염발생이 점차 증가 하고 있으며, 이를 반영하듯 충북 11개 시·군의 낮 최고기온 극값도 대부분이 최근(2009년~2018년)에 발생하였다.

충북지역의 낮 최고기온 극값 현황 및 최근 10년간 연도별 폭염일수, 2018년도의 충북 지역별 폭염일수를 아래의 표에 나타내었다.

표 2.4. 충북 11개 시·군 낮 최고기온 극값 순위('19년 8.31. 기준)

지점	1위	2위	3위	4위	5위	기간
청주	39.1 (18.8.15.)	38.3 (18.8.1.)	38.2 (18.8.3.)	38.1 (18.8.22.)	37.9 (18.8.2.)	1967년~
충주	40.0 (18.8.1.)	39.3 (18.8.2.)	38.9 (18.8.15.)	38.9 (18.8.3.)	38.1 (18.8.22.)	1972년~
제천	39.4 (18.8.1.)	38.8 (18.8.3.)	38.5 (18.8.2.)	37.5 (18.7.31.)	37.4 (18.8.14.)	1972년~
보은	38.2 (18.8.15.)	38.0 (18.8.13.)	37.7 (18.8.14.)	37.3 (18.7.24.)	36.9 (18.8.3.)	1972년~
영동	38.8 (18.8.3.)	38.2 (18.8.1.)	38.1 (18.8.15.)	38.1 (18.7.27.)	37.8 (18.8.2.)	1997년~
옥천	38.9 (04.7.23.)	38.5 (04.7.29.)	38.3 (18.8.15.)	38.1 (18.8.3.)	37.9 (18.8.1.)	1997년~
증평	38.6 (18.8.1.)	38.5 (18.8.15.)	38.5 (18.8.2.)	38.1 (12.8.6.)	38.0 (18.8.3.)	1998년~
진천	38.8 (18.8.15.)	38.5 (18.8.1.)	38.1 (18.8.22.)	37.9 (18.8.3.)	37.9 (18.8.2.)	1998년~
괴산	39.1 (18.8.1.)	39.0 (18.8.3.)	38.9 (18.8.15.)	38.9 (18.8.2.)	37.4 (18.8.14.)	1997년~
음성	38.1 (18.8.1.)	37.6 (18.8.15.)	37.3 (99.8.10.)	37.2 (18.8.3.)	37.2 (18.8.2.)	1998년~
단양	39.7 (18.8.1.)	39.3 (18.8.2.)	39.0 (18.8.3.)	38.1 (18.8.15.)	38.0 (18.7.24.)	1998년~

※ 빨간색 표기(2018년 경신 값), 단위(℃)

표 2.5. 충북 지역별 폭염 일수 순위(2018년)

순위	지점	폭염 일수 / 시작일(종료일)	(최장)지속일수/기간
1	영동	45일 / 5.17.(8.29.)	31일/7.11.~8.10.
2	단양	41일 / 6.18.(8.22.)	34일/7.13.~8.15.
	옥천	41일 / 6.24.(8.29.)	31일/7.11.~8.10.
4	청주	40일 / 6.24.(8.23.)	35일/7.13.~8.16.
	괴산	40일 / 6.24.(8.22.)	35일/7.13.~8.16.
	보은	40일 / 6.22.(8.23.)	30일/7.12.~8.10.
7	충주	38일 / 6.25.(8.22.)	34일/7.14.~8.16.
	진천	38일 / 6.24.(8.23.)	33일/7.15.~8.16.
9	증평	34일 / 6.24.(8.22.)	26일/7.15.~8.10.
10	제천	32일 / 7.15.(8.22.)	31일/7.15.~8.15.
11	음성	29일 / 7.20.(8.22.)	16일/7.20.~8.4.

제3절 충북지역 열대야 변화 경향

1. (연별) 열대야 발생건수

충북지역의 열대야 발생건수를 분석하기 위해 최근 30년간 연별 충북 기상관서 4지점의 열대야 관측일의 합계를 아래 그림에 나타내었다

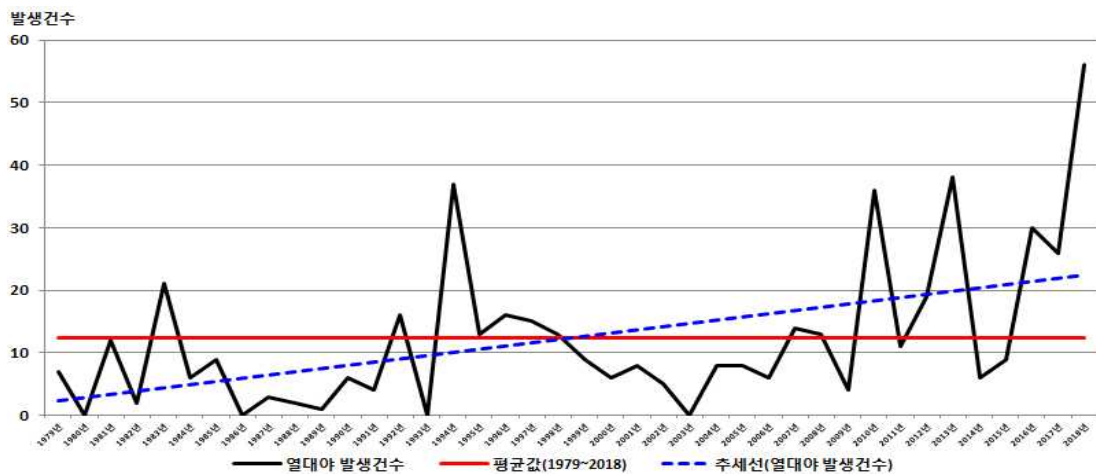


그림 2.5 충북지역 연별 열대야 발생건수

충북지역의 최다 열대야 발생은 56건(2018년)으로 가장 많았으며, 38건(2013년), 37건(1994년) 순으로 많이 발생하였다. 최근 40년간 열대야 발생건수는 점차 증가하고 있다. 또한 10년 단위의 열대야 발생건수는 아래 그림에 나타내었다.

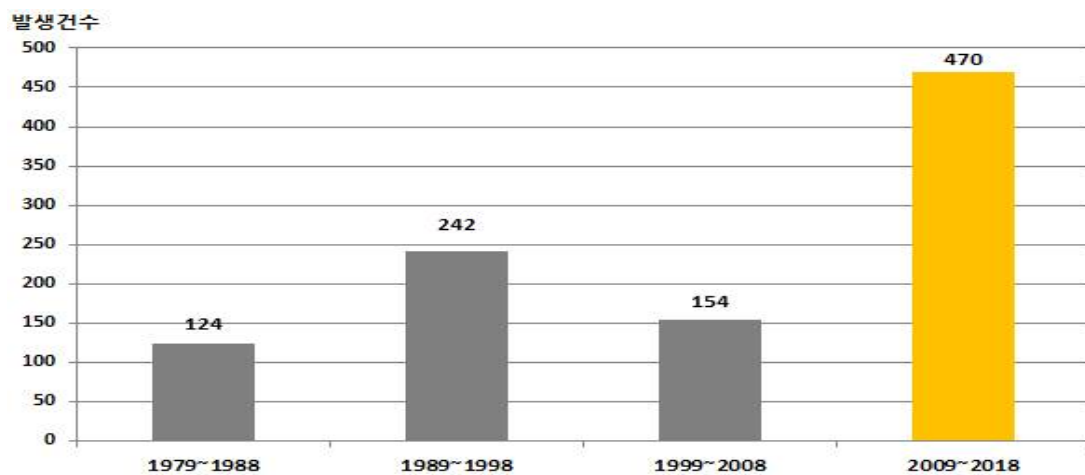


그림 2.6 충북지역 연별 열대야 발생건수 (10년 단위)

최근인 09~18년이 470건으로 타 기간보다 2배 이상 많이 발생하였다.

제3장 충북지역 온열질환자 및 폭염지속일수 분석

제1절 충북지역 온열질환자 발생 현황 및 폭염지속일수

충북도청 보건정책과의 협조를 받아 충북 11개 시·군의 최근 5년간(2015년~19년) 온열질환자 발생현황을 분석한 결과는 아래 그림과 같다.



그림 3.1 충북지역 연도별 온열질환자 발생 현황

2015년에는 60명이 발생하였는데, 2016년에는 108명으로 100명이 넘었으며, 이는 꾸준히 증가하다가 폭염이 절정이었던 2018년에 211명이 발생해 가장 많은 환자가 발생하였다. 작년에는 폭염이 주춤하고, 폭염 영향예보 정규서비스가 실시되면서 온열질환자수가 절반 정도인 112명으로 감소하였다.

지역별 온열질환자 현황은 아래 그림과 같다.

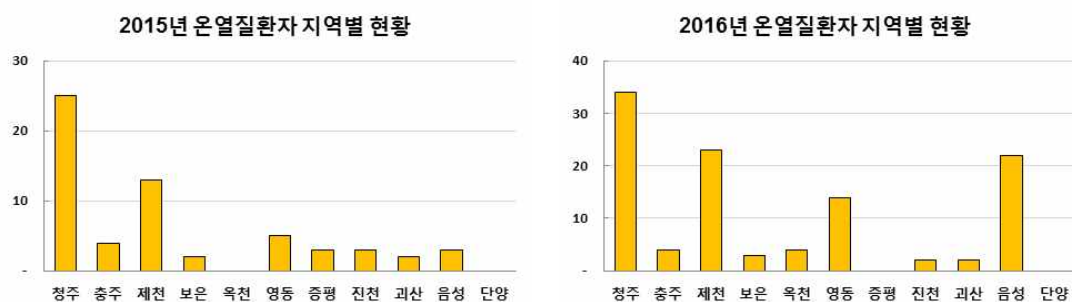


그림 3.2 충북 지역별 온열질환자 발생 현황(2015년(좌), 2016년(우))

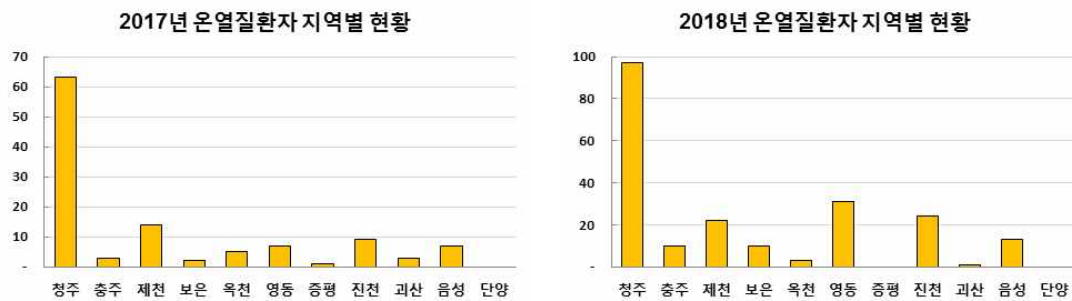


그림 3.3 충북지역 지역별 온열질환자 발생 현황(2017년(좌), 2018년(우))

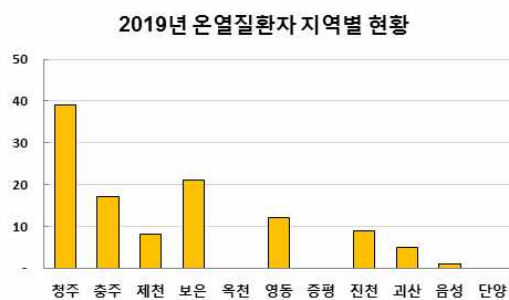
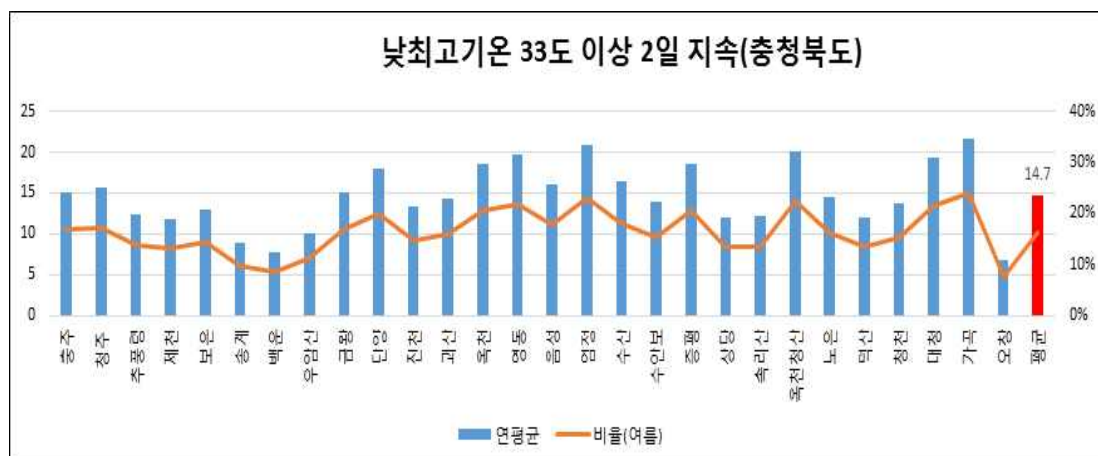


그림 3.4 충북지역 지역별 온열질환자 발생 현황(2019년)

최근 5년간의 지역별 온열질환자 발생현황을 보면 청주지역이 타 시·군보다 압도적으로 환자발생이 많았으며, 타 지역에서는 제천시에서 환자가 많이 발생하였다.

인구가 많은 청주, 제천시에서 환자가 많은 발생하는 것은 당연한 것이다. 다른 기상학적 요인을 찾아보기 위해 충북지역에 설치한 AWS(전체 32개 중 자료기간이 17년 이상 된 28개 사용)의 최근 20년간의 여름철 낮 최고기온을 분석하였다.

먼저 폭염특보 기준(33도 이상 2일, 35도 이상 2일 지속)의 지역별 분포를 아래의 그래프와 표로 나타내었다.



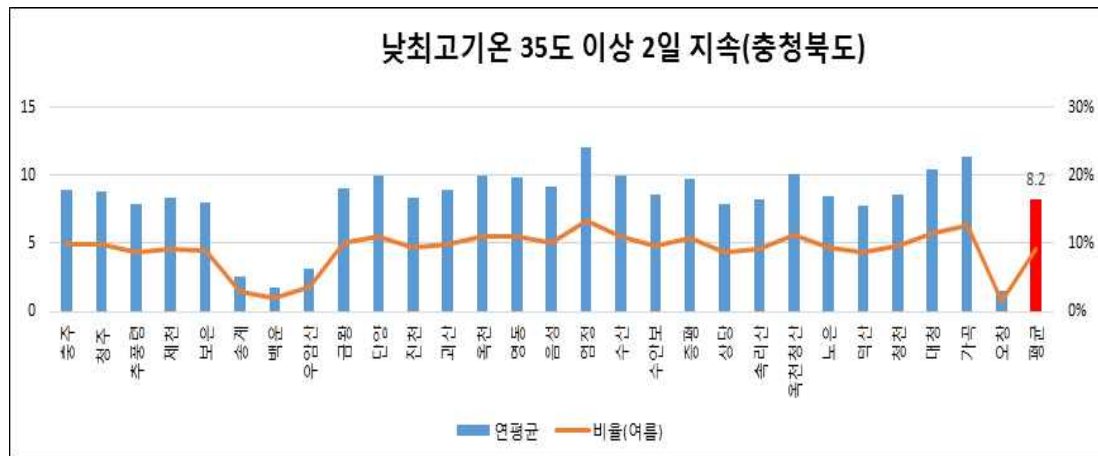


그림 3.6 충북 지역별 폭염경보 기준 부합 비율

표 3.1 충북 지역별 폭염주의보 기준 부합 비율

낮최고 33도 2일 이상			
지역	연평균	비율(여름)	사용자료
충주	15.1	17%	1999~
청주	15.6	17%	1999~
추풍령	12.3	14%	1999~
제천	11.8	13%	1999~
보은	13	14%	1999~
송계	8.9	10%	2002~
백운	7.7	9%	2002~
우암산	10.1	11%	2002~
금왕	15.1	17%	1999~
단양	18	20%	1999~
진천	13.3	15%	1999~
괴산	14.3	16%	1999~
옥천	18.6	21%	1999~
영동	19.7	22%	1999~
음성	16.1	18%	1999~
엄정	20.8	23%	1999~
수산	16.4	18%	1999~
수안보	13.9	15%	1999~
증평	18.6	21%	1999~
상당	12	13%	1999~
속리산	12.2	14%	1999~
옥천청산	20.1	22%	1999~
노은	14.5	16%	1999~
덕산	12	13%	1999~
청천	13.8	15%	1999~
대청	19.4	22%	1999~
가곡	21.7	24%	1999~
오창	6.8	8%	2003~
평균	14.7	16%	

표 3.2. 충북 지역별 폭염경보 기준 부합 비율

낮최고 35도 2일 이상			
지역	연평균	비율(여름)	사용자료
충주	8.9	10%	1999~
청주	8.8	10%	1999~
추풍령	7.9	9%	1999~
제천	8.3	9%	1999~
보은	8	9%	1999~
송계	2.6	3%	2002~
백운	1.8	2%	2002~
우암산	3.2	4%	2002~
금왕	9	10%	1999~
단양	10	11%	1999~
진천	8.4	9%	1999~
괴산	8.9	10%	1999~
옥천	10	11%	1999~
영동	9.9	11%	1999~
음성	9.2	10%	1999~
엄정	12.1	13%	1999~
수산	10	11%	1999~
수안보	8.6	10%	1999~
증평	9.7	11%	1999~
상당	7.9	9%	1999~
속리산	8.2	9%	1999~
옥천청산	10.1	11%	1999~
노은	8.5	9%	1999~
덕산	7.8	9%	1999~
청천	8.6	10%	1999~
대청	10.4	12%	1999~
가곡	11.4	13%	1999~
오창	1.5	2%	2003~
평균	8.2	9%	

충북지역에서 폭염주의보 기준에 부합되는 비율이 가장 높은 지역은 가곡(영동군, 24%) > 엄정(충주시, 23%) > 대청(청주시, 22%) 순으로 높았으며, 여름철의 약 1/4은 폭염주의보 기준에 부합되는 지역이다. 이는 온열질환자가 많이 발생하는 지역과도 부합되는 것으로 보인다.

폭염경보 기준에 부합되는 비율이 가장 높은 지역은 엄정(충주시, 13%)·가곡(영동군, 13%) > 대청(청주시, 12%) 순이며, 이는 폭염주의보 기준 비율과도 비슷하다.

하지만 폭염 특보기준 비율에 많이 부합되는 지역이라도 온열질환자 발생 수가 많은 것이 아니라, 다른 기준을 찾아보았다. 폭염 영향예보 발표 관심단계인 31도 이상이 3일 이상 지속되는 일수와 심각단계인 38도 이상 일수를 분석해 보았다.

결과는 아래 그림과 표에 나타내었다.

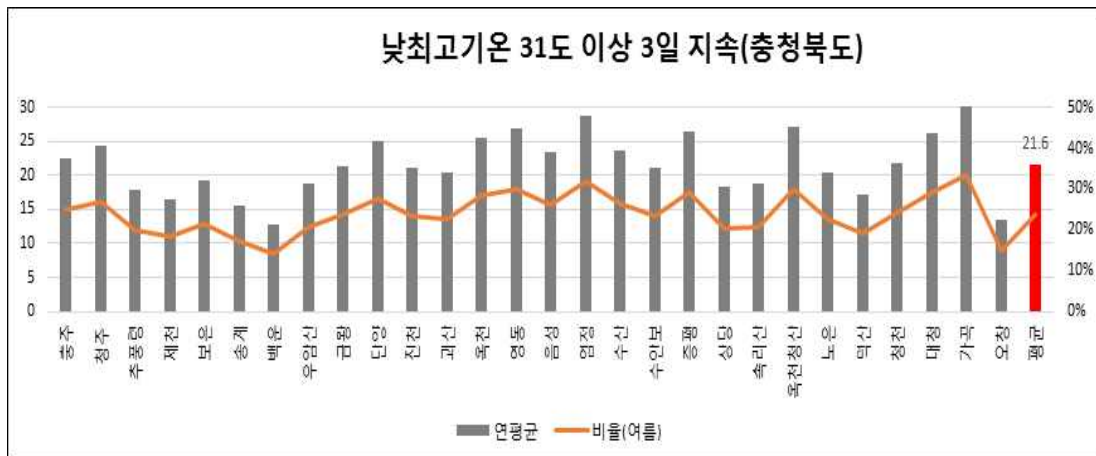


그림 3.7 충북 지역별 폭염영향 관심단계 기준 부합 비율

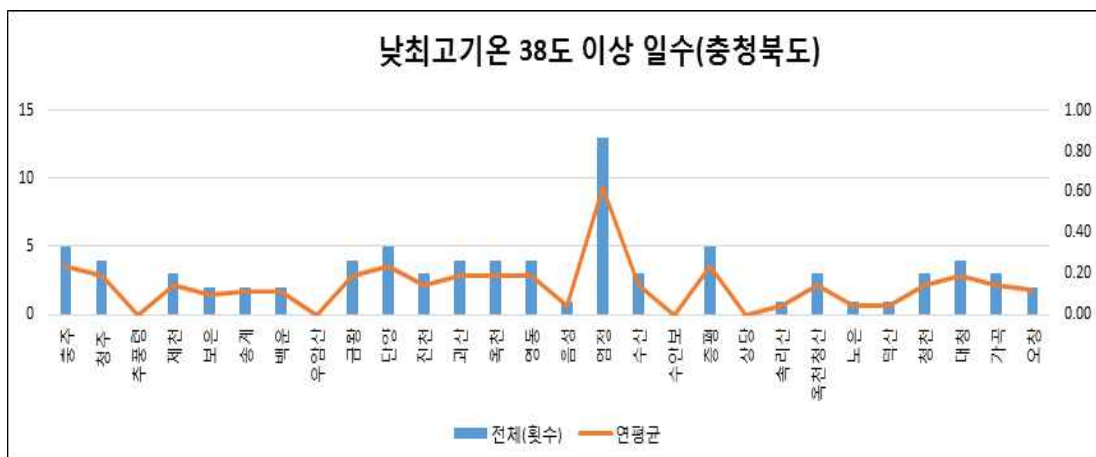


그림 3.8 충북 지역별 폭염영향 심각단계 발생 일수

표 3.3. 충북 지역별 폭염영향 관심 부합 비율

낮최고 31도 3일 이상			
지역	연평균	비율(여름)	사용자료
충주	22.6	25%	1999~
청주	24.3	27%	1999~
추풍령	17.9	20%	1999~
제천	16.5	18%	1999~
보은	19.2	21%	1999~
송계	15.6	17%	2002~
백운	12.7	14%	2002~
우암산	18.7	21%	2002~
금왕	21.4	24%	1999~
단양	25	28%	1999~
진천	21	23%	1999~
괴산	20.5	23%	1999~
옥천	25.6	28%	1999~
영동	27	30%	1999~
음성	23.4	26%	1999~
엄정	28.7	32%	1999~
수산	23.7	26%	1999~
수안보	21.2	24%	1999~
증평	26.4	29%	1999~
상당	18.3	20%	1999~
속리산	18.7	21%	1999~
옥천청산	27.1	30%	1999~
노은	20.4	23%	1999~
덕산	17.2	19%	1999~
청천	21.7	24%	1999~
대청	26.2	29%	1999~
가곡	30.1	33%	1999~
오창	13.4	15%	2003~
평균	21.6	24%	

표 3.4. 충북 지역별 폭염영향 심각 부합 비율

낮최고 38도 이상 일수(전체)			
지역	전체(횟수)	사용자료	연평균
충주	5	1999~	0.24
청주	4	1999~	0.19
추풍령	0	1999~	-
제천	3	1999~	0.14
보은	2	1999~	0.10
송계	2	2002~	0.11
백운	2	2002~	0.11
우암산	0	2002~	-
금왕	4	1999~	0.19
단양	5	1999~	0.24
진천	3	1999~	0.14
괴산	4	1999~	0.19
옥천	4	1999~	0.19
영동	4	1999~	0.19
음성	1	1999~	0.05
엄정	13	1999~	0.62
수산	3	1999~	0.14
수안보	0	1999~	-
증평	5	1999~	0.24
상당	0	1999~	0.00
속리산	1	1999~	0.05
옥천청산	3	1999~	0.14
노은	1	1999~	0.05
덕산	1	1999~	0.05
청천	3	1999~	0.14
대청	4	1999~	0.19
가곡	3	1999~	0.14
오창	2	2003~	0.12
평균	2.9		0.16

충북지역에서 여름철 낮최고기온 31도 이상이 3일 이상인 지역은 대부분지역에서 20%이상 나타났으며, 특히 가곡(영동군, 33%) > 엄정(충주시, 32%) > 옥천청산(옥천군, 30%)·영동(영동군, 30%) 순으로 높았으며 여름철의 약 1/3 정도가 기준에 부합되었다. 특히 온열질환자가 가장 많이 발생하는 청주시는 31도 이상일수가 2018년에는 42회, 2019년에는 21회로 작년이 2배가량 많았다. 이는 작년 폭염일수는 청주시가 36회, 올해가 14회로 약 2.5배 많은 걸 고려하면 폭염영향정보를 적시에 발표하여 청주시의 온열질환자수가 줄어든 것을 확인 할 수 있다.

폭염영향정보 심각단계인 38도 이상 일수는 엄정이 13회로 가장 많았으며, 충주·단양 5회 순으로 많았다.

제4장 충북지역 폭염 대응 및 분야별 대처

제1절 충북지역 폭염대응 및 분야별 대처 방법 방문 조사

충북도청 폭염 관계기관 및 11개 시·군의 폭염 담당자를 직접방문 하여 폭염 대응 및 대처방법을 조사·분석하여 폭염 영향예보 정규서비스에 활용하였다.
조사내용은 간략히 아래와 같다.

- 폭염 발생 상황관리 및 비상근무 관련(충북도청 및 11개 시·군)
 - 관련부서 비상근무 및 특보전달 사항 파악
 - 피해·대처 사항 보고 체계 조사
- 폭염 대비 홍보 및 예찰활동(충북도청 및 11개 시·군)
 - 기관별 홍보 방법(매체 종류) 및 홍보기준 파악
 - 예찰활동 장소 및 현장 예찰인원(재난도우미 등)의 활동방법 조사
예시) 재난도우미 활용 안부전화 및 무더위쉼터 방문 폭염행동요령 홍보
- 무더위 쉼터 및 폭염 취약 사업장 관리·운영(11개 시·군)
- 폭염에 따른 분야별 피해사항 파악(충북도청 및 11개 시·군)
 - (보건정책과) 온열질환자 감시 및 현황, 보고체계
 - (축수산과) 축산분야 폭염피해 및 보고체계
 - (유기농산과) 농업분야 폭염피해 및 보고체계
 - (각 시·군) 폭염대처 일일상황보고 관련

1. 기관별 협의 사항

1.1 충북도청 자연재난과 협의



그림 4.1 충북도청 자연재난과 협의

-폭염대책기간(5.20.~9.30)이 있어 이 시기에 폭염에 대한 관심을 가지고 주의하고 있음.

충북도 폭염대책수립은 4월에 실시함. 기상청에서 제공받은 올 여름철 기후전망을 바탕으로 폭염 대책을 수립하여 시·군에 배포하겠음

-도내 폭염특보가 발표되면 자연재난과 4개팀이 모두 순번을 정해 비상근무를 실시하고, 관련 실·과에서도 비상근무를 실시함.

-온열질환자는 보건정책과의 협조를 받아 익일 보고서를 작성하여 행안부에 보고함.

-특보전달은 기상청 문자수신과 도청 재난안전상황실에서 실·국 담당자에 전달

-앰프방송(민방위팀)은 12시, 2시에 방송하며 폭염 장기화되면 횟수 증가

-전광판 표출은 공보관실 협조 요청을 하며, 시·군에는 문서로 요청함.

-무더위쉼터(경로당) 재난도우미 -> 시·군관리

-충북도내 피해상황은 도청 웹하드에서 공유함

1.2 충북도청 보건정책과 협의



그림 4.2 충북도청 보건정책과 협의

-각 시·군의 보건소에서 관리하는 방문건강관리사가 취약계층을 방문하고 교육 및 관리

-의료기관(20개 기관)에서 파악된 온열질환자를 익일 10시까지 온열관리시스템에 입력하고 보건소에서 취합·승인 후 질병관리본부로 보고함.

-온열질환자의 발생은 고온(33도이상) 보다 30도 이하에서 오히려 더 많이 발생

-온열질환자 등 폭염에 대한 교육 및 홍보효과는 언론을 통한 홍보가 가장 큼

- 최근 3년간 충북 시군별 온열질환자 현황과 특보와의 상관성을 보면 오히려 폭염시기보다는 여름 초입에서 더 많이 발생함. 이런 측면에서 폭염영향정보는 많은 도움이 될 것 같음

1.3 충북도청 축수산과



그림 4.3 충북도청 축수산과 협의

- 폭염이 시작하면 자체 등록된 농가에 관리 요령, 주의 문구를 문자로 전송함
- 폭염이 장기화 되면 면역증강제를 각 농가에 지급
- 폭염대책기간(5.20.~9.30.) 전에 각 시·군에 농가별 예방활동을 지시
- 축종별 고온피해 시작온도는 젖소와 돼지가 27도, 닭과 소는 30도로 폭염영향정보가 발표되면 피해가 시작되는 것으로 봄
- 작년 도내 축종별 피해현황을 보면 닭이 폭염에 가장 취약하며, 상대적으로 소는 피해가 적음
- 청주지청의 방재 밴드도 많은 활용을 할 것이며 특히 폭염관련 정보도 수시로 게재 바람. 관련 내용은 도내 축산관련 농가와 공유도 하겠음

1.4 충북도청 유기농산과



그림 4.4 충북도청 유기농산과 협의

- 유기농산과에서는 작물의 생육과 관련된 피해와 복구 및 지원하고 있음. 기상청에서 유기농산과 방문은 처음인데 폭염뿐만 아니라 다방면으로 소통을 했으면 좋겠음
- 농업방재시스템에 가뭄의 정보가 주의, 경계, 심각 등으로 정보가 제공되고 있어 활용하고 있고 폭염도 이와 같이 제공했으면 함
- 폭염 특보 상황을 약 1만 여명의 농가, 농업종사자에게 문자 전송하여 주의 당부
- 폭염특보가 발표되면 매뉴얼대로 단계별 2인 1조로 비상근무를 수행함.
- 폭염 피해 상황은 시·군 농정부서에서 자료를 취합하여 농림축산식품부로 보고함.
- 폭염 발생 피해 현황 및 시·군별 농작물 피해현황 자료 등은 농업기술원에서 관리하고 있음.

1.5 충북 11개 시·군 폭염담당

- 폭염대책기간(5.20.~9.30.)에 충북도에서 종합대책을 마련해 운영하고 있음. 작년에는 관련 부서(안전총괄과)와 지원부서(주민복지과, 사회복지과, 농림과) 간 T/F팀을 구성하여 운영하며 폭염 단계별(사전대비/특보발표)로 세부계획을 수립해 운영하고 있음.
- 폭염피해 현황(인명, 농작물, 축수산 등)은 관련 과에서 취합 후 도청 관련부서로 상황보고를 하고, 안전총괄과(안전건설과)에서도 각 부서의 협조를 받아 취합하여 도청 자연재난과에 일일보고 함.
- 예찰활동으로는 신호등 교차로 그늘막 설치 운영, 살수차 운영, 예·경보 앰프 방송(12시, 14시), 폭염대응 행동요령 등의 교육홍보와 예방캠페인, 재난문자 서비스 제공 등을 수행함. 또한 폭염특보 시 재난도우미에게 재난문자 전송하고, 재난도우미가 취약계층 방문하여 안부전화·건강관리 활동을 하여 폭염정보를 전달하고 피해예방 활동을 하고 있음.
- 이 외에도 자율방재단(200여명), 안전보안관(이장단+직원), 노인돌보미, 방문건강관리사 등이 각 시·군의 읍·면·동 단위로 활동하며 폭염 취약지역 예찰 및 피해예방 계도 관리를 함. 폭염시간대(14:00~17:00) 농사일 등 휴식 유도, 읍면동 차량순회 가두 홍보, 야외 작업현장 작업정지 및 주기적휴식 유도 등 지역경찰, 자율방재단 등의 협조로 순찰을 함.
- 무더위 쉼터는 노인복지관, 마을회관, 주민센터, 금융기관 등에 지정되어 있어 노인 및 취약계층 분들이 많이 이용하고 있고, 주 1회 유선점검, 폭염 발생 시에는 수시 현장 점검을 함.
- 작년 총주, 음성, 진천에 닭, 오리 등 가축 폐사가 많았음. 축종별로 고온피해 발생 온도가 다르며 보통 피해가 나타나는 온도는 젖소, 돼지 27도, 닭, 한우는 30도 이상일 때임. 단순 기온보다 고온이 지속될 때 더욱 큰 영향을 끼치고 사육장 시설환경과도 연관성이 많음.
- 올 여름에 폭염영향예보가 지역별·분야별 영향도를 파악하는 데 많은 도움이 될 것 같으며, 관련기관이 함께 대응하여 충북도 폭염피해 최소화에 최선을 다하겠음.



음성군(안전총괄과)



보은군(안전건설과)



영동군(안전건설과)



충주시(안전총괄과)



진천군(안전건설과)



단양군(안전건설과)



제천시(안전총괄과)



괴산군(안전건설과)



옥천군(안전건설과)



증평군(안전건설과)

그림 4.5 충북 11개 시·군 협의

1.6 수산분야(내수면양식)

- 폭염영향예보 시 해양수산부와의 협의 결과로 육상양식을 고려하지 않는데, 해양양식과 관리기관이 상이한 것인지?
 - ☞ 해양과 육상 양식 관리기관은 해양수산부로 같음. 충북도는 축수산과, 시·군은 축산과에서 담당하고 있음
- 폭염에 따른 피해는 어느 정도인지? 특히 작년의 경우 폭염이 극심했는데 집계된 피해현황이 있는지?
 - ☞ 폭염으로 인한 피해는 많지 않아 따로 피해 집계를 하지 않음. 폭염보다는 태풍, 집중 호우 등으로 유실되어 발생하는 피해가 많음
 - ☞ 어종별 생산량은 메기, 송어, 붕어 순으로 높고, 어종에 따라 관리방법 다르며, 양식방법에 따라서는 지수식(메기), 유수식(송어), 냉수식(빙어) 등으로 구분됨. 수온이 높을 경우 계곡물과 지하수물을 투입하여 수온 조절을 함
- 충북지역의 육상양식 현황은?
 - ☞ 충북지역은 전국에서 유일하게 내수면양식어업만을 하고 있으며, 댐·저수지·하천·양어장 등에서 이루어지는데 이는 전국의 9.3%의 내수면 면적을 차지함. 80~90년대에는 가두리 양식이 활발했으나 2000년대에 들어서는 모두 사라짐
- 충북도에서 관리 방법이나 재해 관련 매뉴얼이 있는지?
 - ☞ 재해 관련한 매뉴얼이 따로 있지 않고, 고수온 특보가 예상되거나 발표 시 관련 기관에 공문을 발송함. 충북 내수면산업연구소(충주, 옥천)가 있어 각종 연구와 사업을 수행하고 있고, 사업과 양어장 관리방법 등과 같은 내수면 어업 관련 자료를 많이 보유하고 있어 참고하면 내수면 어업에 대한 이해에 도움이 될 것임

제5장 폭염 현장답사 및 폭염사례 분석

제1절 폭염 영향예보 추진을 위한 현장 조사 결과

충청북도의 폭염 영향예보 수행을 위한 충북지역의 지형파악과 폭염지역 현장점검을 통해 예보역량 향상과 향후 영향예보 추진을 위해 아래와 같이 조사를 하였다.

표 5.1 폭염 위험지역 현장점검 일정

구분	일정	조사자	조사지역	방문기관	폭염 사례
조사1팀	2019. 4. 2.~3.	현업 2팀+김우철 (김진석, 김종찬, 변형, 박승빈)	충주, 제천, 단양 일대	충주시청 안전총괄과 19전투비행단	2018. 8. 1.
조사2팀	2019. 4.29~30.	현업 3팀+김예림 (김상용, 김기봉, 이혜정)	청주, 음성, 괴산 일대	청주시청 안전정책과	2018. 8. 3.
조사3팀	2019. 4.4.~5.	현업 1팀+김태열 (한상현, 이양동, 이상래, 서우석)	청주, 진천, 증평 일대	진천군청 안전건설과	2018. 8. 15.
조사4팀	2019. 4.24.~25.	현업 4팀+정병우 (김 순, 김응식, 장태준, 김지영)	옥천, 영동, 보은 일대	옥천군청 안전건설과	2004. 7. 23.

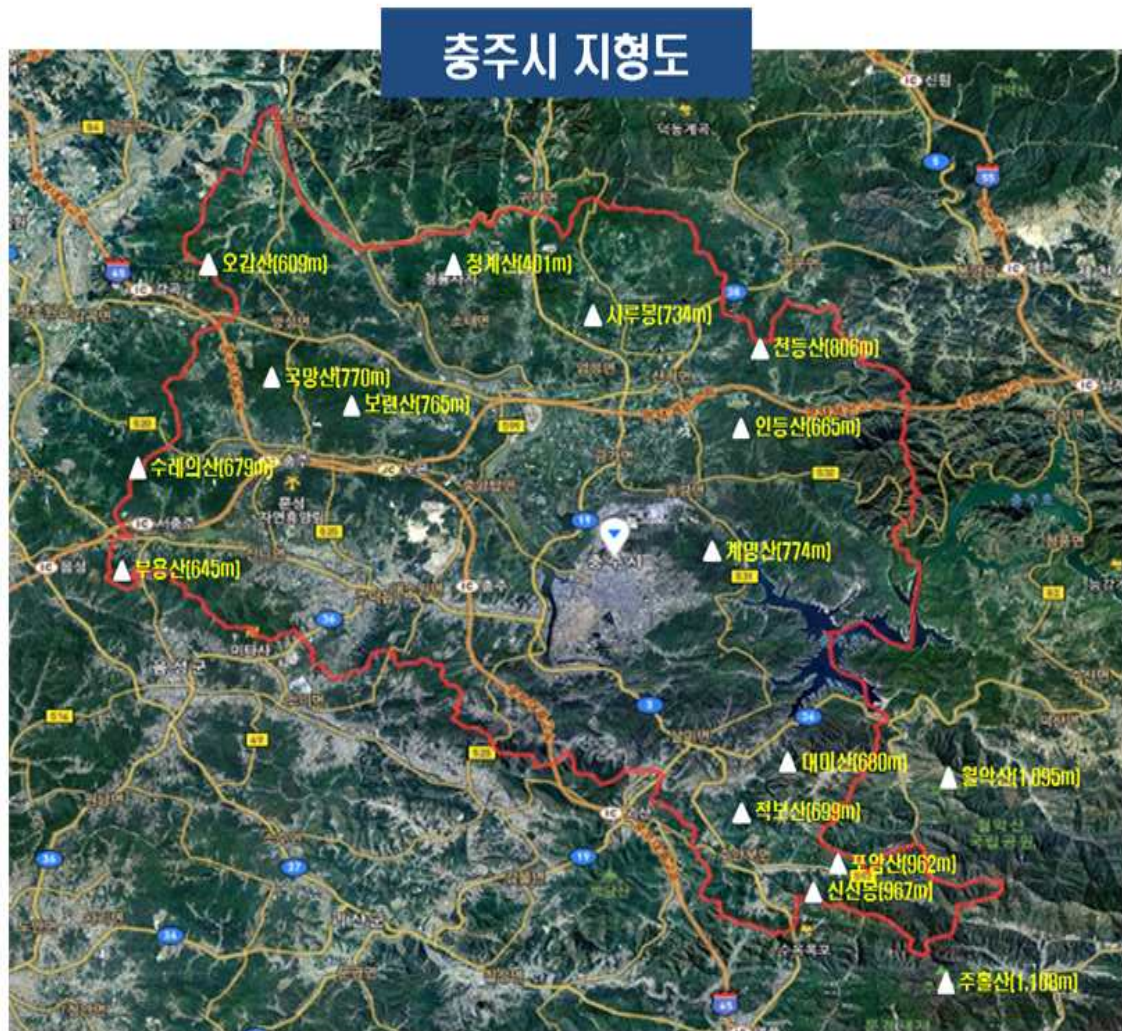
1. 조사 1팀(충주, 제천, 단양)

1.1 답사구역 지형 분석

1.1.1 충주시

동쪽으로는 제천, 서쪽은 음성, 남쪽은 괴산군, 경상북도 문경시, 북쪽은 경기도 여주시와 강원도 원주시와 접하고 있으며, 차령산맥과 소백산맥 사이, 중앙 저지와 남쪽·북쪽의 산지지역으로 구성되어 있음.

동쪽에는 계명산(774m)·천등산(806m)·인등산(665m)·대미산(680m)·적보산(699m)이, 서쪽에는 오갑산(609m)·국망산(770m)·보련산(765m)·수레의산(679m)·부용산(645m) 등이 있으며, 남쪽에는 대미산(680m)·적보산(699m)·신선봉(967m)·포암산(962m)이, 북쪽에는 청계산(401m)·시루봉(734m) 등이 분포함. 중앙을 남북으로 흐르는 남한강과 그 지류인 달천 유역에 침식분지가 발달되었고, 평야가 분포하고 있음.

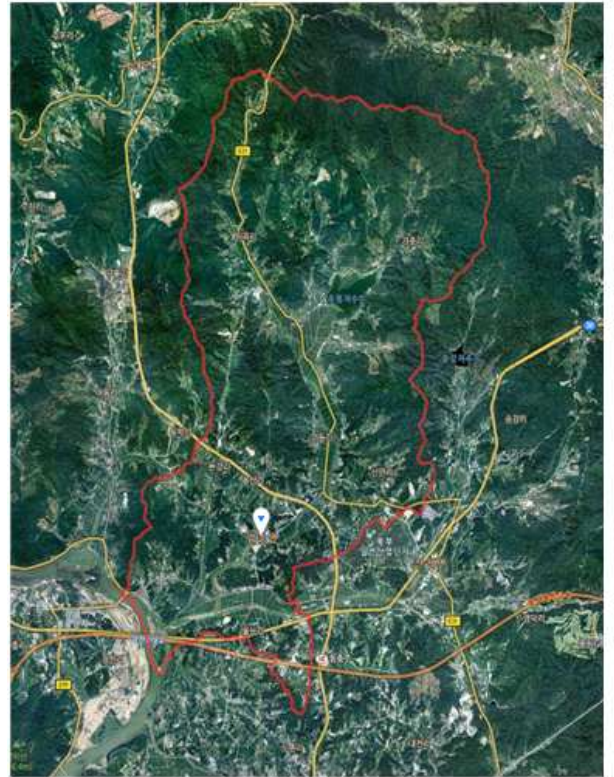


※지도출처 : Naver

그림 5.1 충주시 지형도

1.1.2 충주시 엄정면

서쪽은 소태면, 남쪽은 중앙탑면·금가면, 동쪽은 산척면, 북쪽은 강원도 원주시 귀래면과 제천시 백운면에 접하고 있는 지역으로 북부에는 옥녀봉(700m)·시루봉(732m)이, 서부에는 빌미산(852m)이, 남부에는 장병산(409m)이 솟아 있어 대체로 지세가 험준함. 북부의 산지에서 발원하는 원곡천이 남류하여 엄정면의 남부를 서류하는 영덕천과 합류하며, 중부와 남부 유역에서 넓은 평야를 전개시키고 남한강에 유입됨.

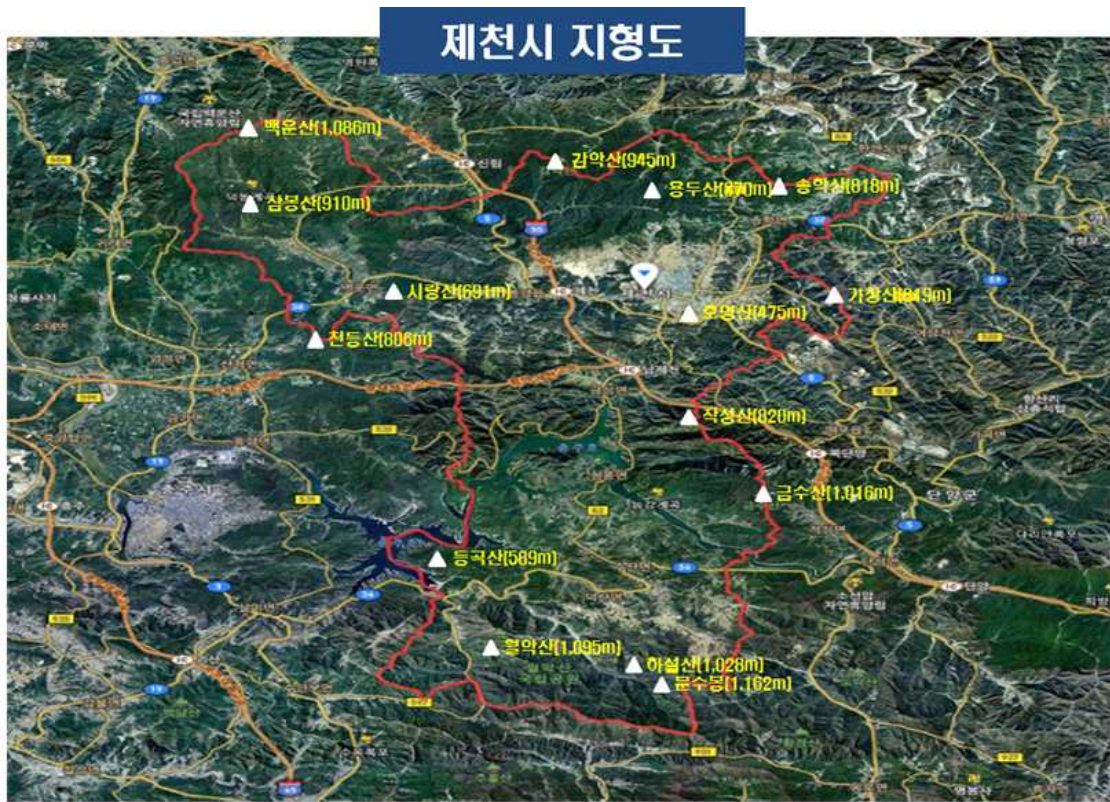


지도출처 : Naver

그림 5.2 충주시 엄정면 지형도

1.1.3 제천시

동쪽으로는 단양군과 강원도 영월시, 서쪽으로는 충주시, 남쪽으로는 경상북도 문경시, 북쪽으로는 강원도 원주시와 접하며, 시의 북쪽으로는 차령산맥이 지나고, 남쪽으로는 소백산맥이 경상북도와 경계를 이루어 북쪽과 남쪽이 높고 서쪽과 동쪽은 낮음. 동쪽은 금수산(1,016m)·호명산(475m)·작성산(820m)·가창산(819m), 서쪽은 삼봉산(910m)·시랑산(691m), 남쪽은 문수봉(1,162m)·월악산(1,094m)·하설산(1,028m), 북쪽은 백운산(1,087m)·감악산(945m)·용두산(870m)·송학산(820m)으로 둘러싸여 있음. 험준한 산악지대로, 평야는 남한강을 비롯한 하천을 따라 극히 미미하게 발달하였고, 시의 대부분이 급사면을 이루어 하천의 흐름이 매우 급하고, 남한강을 제외하고는 대부분의 하천이 남북으로 흐름. 남한강이 시 중앙부를 동서로 흐르고, 그 지류인 제천천 등이 산간 침식분지를 형성하나 평야는 좁음.



※지도출처 : Naver

그림 5.3 제천시 지형도

1.1.4 제천시 백운면

구학산(971m)을 경계로 강원도 원주시 신림면, 백운산(1,087m)을 경계로 판부면·흥업면과 원주시, 십자봉(985m)을 경계로 충청북도 충주시 엄정면, 원서천을 경계로 산척면, 시랑산(691m)을 경계로 봉양읍과 각각 접하며, 원서천은 산지에서 발원하는 화당천을 비롯한 여러 하천의 물을 모아 백운면의 중앙부를 남류하면서 연안에 넓은 평야를 이룬다.



그림 5.4 충주시 백운면 지형도 ※지도출처 : Naver

1.1.5 제천시 수산면

동쪽은 단양군 단양읍·적성면, 서쪽은 한수면, 북쪽은 청풍면, 남쪽은 덕산면과 경계를 이루고 있으며, 수산면·청풍면·한수면의 교차지점 부근에 매봉이 있고 덕산면 성암리와의 경계지점에는 야미산(000m), 단양군 적성면 상리 상학과의 경계에는 금수산(000m)이 있음. 면의 중앙부에 동쪽에서 북서류하는 남한강이 있으며, 남부에는 지곡천·수산천이 북쪽으로 흘러 남한강에 합류하며 북부에는 능강천과 상천천이 역시 남한강으로 합류하고 있음.



그림 5.5 제천시 수산면 지형도 ※지도출처 : Naver

1.1.6 단양군

북쪽으로는 강원도 영월군, 동쪽으로는 경상북도 풍기, 남쪽으로는 경상북도 예천군과 문경시, 서쪽으로 제천시와의 경계를 이룸. 군의 83.7%가 산악지대로 일부 분지와 구릉에 취락지역이 형성되었을 뿐 대부분 험준한 산세를 형성하고 있음. 태백산맥·소백산맥·차령산맥 등으로 둘러싸여 북쪽에 삼태산(876m)·태화산(1,027m), 동쪽에 어래산(1,064m)·형제봉(1,177m)·소백산(1,421m)·흰봉산(1,261m)·도솔산(1,316m), 서쪽 제천시 경계에 가창산(819m)·맹자산(576m)·금수산(1,016m), 용두산(995m) 등이 있으며, 남쪽으로 도락산(965m)·덕절산(780m)이 있음. 주 수계는 남한강 상류로서 단양지역을 관통하여 충주호를 형성하고, 지류로서 오대산에서 발원한 평창강 등이 소백산에서 발원한 죽령천, 단양천, 금곡천 등과 합류하여 남한강(충주호)으로 유입됨. 남한강은 강원도 영월군으로부터 흘러들어 단양군 관내를 동서로 관류하고 있음.



그림 5.6 단양군 지형도

1.1.7 단양군 영춘면

동쪽은 경상북도 영주시 단산면, 서쪽은 이상천면, 남쪽은 가곡면, 북쪽은 강원도 영월군 남면·김삿갓면과 접함. 단산면과의 경계에 형제봉(1,178m), 강원도 및 경상북도와 접경에는 아래산(1,064m), 가곡면과의 경계에는 신선봉(1,389m)이 솟아 있으며, 남한강이 중앙부를 북쪽으로부터 남서류하면서 동대천 등 지류와 합류됨.



그림 5.7 단양군 영춘면 지형도 ※지도출처 : Naver

2. 조사 2팀(진천, 청주, 증평)

2.1 답사구역 지형 분석

2.1.1 청주시

청주는 동쪽 상당산에서 서쪽으로 갈라져 나온 345m 높이의 우암산이 5~9km 내에 있고, 폭 50m의 무심천이 노장에서 직선거리로 4km 정도에서 북북서 쪽으로 흐르고 있음. 서쪽으로는 높이 232m의 부모산이 3km정도에 위치하고 있음.

2.1.2 진천군

- 동쪽은 음성군·괴산군, 남쪽은 청원군과 접하고, 서쪽은 충청남도 천안시, 북쪽은 경기도 안성시에 접하여 충청남도·충청북도·경기도의 도계(道界)를 형성한다.
- 수리적으로는 동경 127°17'~127°36', 북위 36°45'~37°01'에 위치하며 산이 많은 내륙 산간지역으로서 지형은 북서부에 서운산(547m)·무제봉(574m)·옥녀봉(457m)·덕성산(521m)·백석봉(468m) 등 차령산맥의 연봉이 북동-남서 방향으로 뻗어 있기 때문에 비교적 높고 험준한 산지를 이루며, 북쪽에 덕성산과 서쪽 차령산맥 줄기인 서운산이 경기도와 충청북도의 경계를 이룬다. 남서쪽에 덕유산(412m)·환희산(402m)·국사봉(360m)이 충청남도와 충청북도의 경계를 이룬다. 이 밖에 서북쪽에는 장군산(436m)·백석봉(468m)·옥녀봉(457m)·무제산(574m) 등이 솟아 있다.

2.1.3 진천군

충청북도의 한가운데에 있는 군으로, 동쪽은 괴산군 청안면(淸安面), 서쪽은 청원군 북이면(北二面)과 접하고, 북쪽은 진천군 초평면(草坪面), 음성군과 접한다. 북쪽에 해발고도 598m의 두타산(頭陀山)이 동서로 길게 솟아 있고, 사방에 해발고도 300m 이내의 산이 여럿 있다. 수리적으로는 동경 127°, 북위 36°에 해당한다.

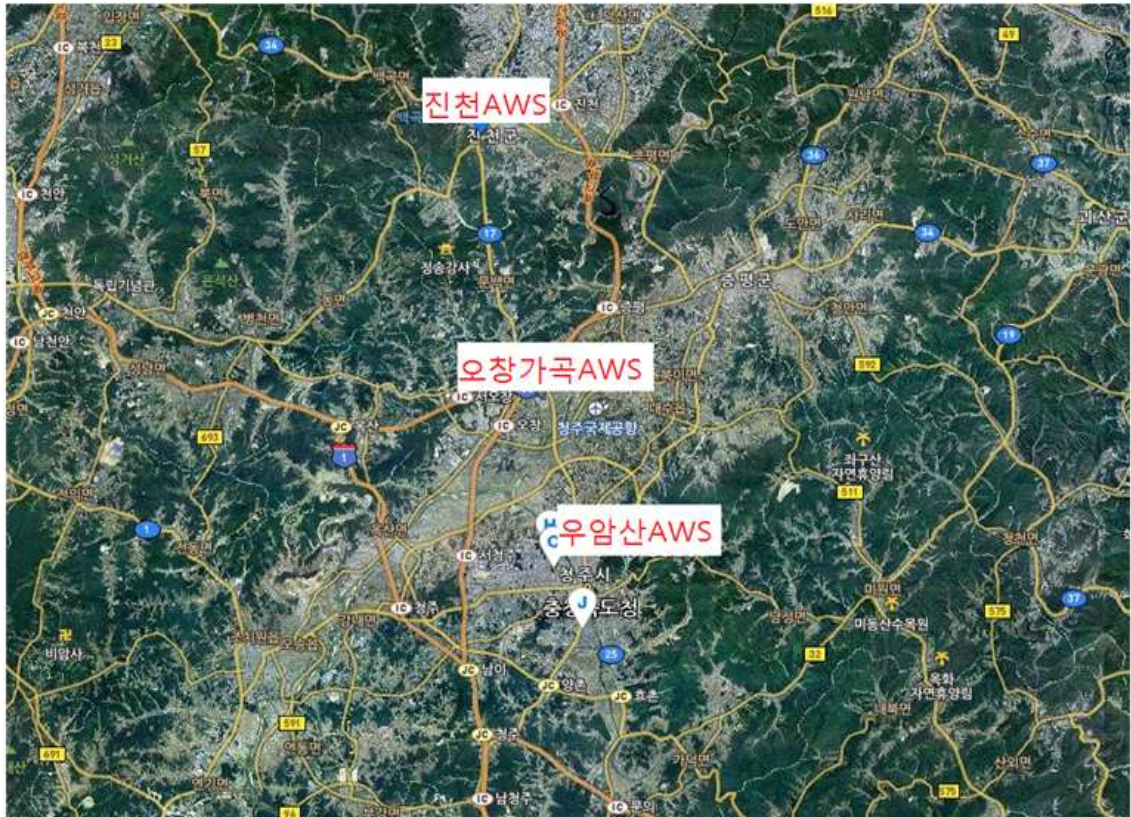


그림 5.8 청주, 진천, 증평 지형도 및 AWS 위치

3. 조사 3팀(청주, 음성, 괴산, 충주)

3.1 답사구역 지형 분석

3.1.1 청주시

- 상당산성은 충청북도 청주시 상당구 산성동에 구축된 조선시대의 산성(사적 제212호). 면적은 180,826m²이며, 상당산성 최고봉의 높이는 491.2m로 서쪽의 평야 지대보다 해발고도가 약 400m 이상 높음. 서쪽으로는 청주 도심 남부와 북부 및 미호천평야와 증평평야가 있고, 동쪽은 산과 계곡으로 가로막혀 있음. 상당산성의 서쪽 성벽 밖으로 내린 빗물은 무심천으로 흘러들어 금강수계를 이루고, 동편 성 안으로 내린 물은 달천으로 흘러들어 한강수계에 속함
- 우암산AWS는 우암산과 상당산성 사이의 국립청주박물관에, 상당AWS는 상당산성의 남동쪽에 위치해있음. 상당 지점은 서쪽에서 다가오는 비구름대가 산성의 동쪽 산과 계곡을 넘지 못하면서 해당 지역에 많은 비를 내리는 경우가 있어 호우에 대한 감시가 필요함

3.1.2 괴산댐

괴산댐은 충청북도 괴산군 칠성면 사은리에 있는 남한강 지류인 달천을 가로질러 축조된 댐. 댐에 의해 형성된 칠성호는 괴산군 칠성면과 문광면, 청천면의 3개면에 걸쳐 있음. 수력발전용으로 댐 좌안 직하류부에 시설용량 2,600kW의 댐식 발전소가 있음

표 5.2 괴산댐 제원

괴 산 댐			
길이	171 m	유역면적	671 km ²
너비	45 m	총 저수용량	1532만 9000 m ³
높이	28 m	만수면적	17.5 km ²
댐 마루	해발 137.7 m	상시 만 수위	135.7 m

2017년 7월 16일 충청권에 기록적인 폭우가 쏟아지면서, 괴산댐 유역에도 06시부터 12시 사이에 208mm 이상의 강수량이 기록되었음. 폭우로 인한 괴산댐의 방류

로 댐 하류지역에서 2명이 숨지고, 114억 원 규모의 수해를 입으며, 괴산은 특별 재난구역으로 선포되기도 하였음. 괴산댐은 규모가 작아 홍수 관리에 기여하기 어려우므로 괴산 지역의 호우에 대한 집중적인 감시가 필요함

3.1.3 충주시

충주시는 태백산맥과 소백산맥, 차령산맥으로 둘러싸인 남고북저형의 산간분지임. 남한강과 달천, 요도천이 충주시를 관통하고 있으며, 남한강은 영월, 단양을 거쳐 충주호로 흘러들어감. 대부분의 산지가 토양과 식생으로 고루 덮여 있어, 집중 호우 시 홍수 조절능력이 탁월한 지역임

충주시는 내륙분지에 위치한 관계로 대구와 함께 우리나라 2대 극서지를 이룸. 높새바람의 영향으로 여름철에 가끔 심한 가뭄 피해가

발생하기도 하여 동풍에 대한 감시가 필요함. 또한 충주시는 1985년

충주댐 건설로 조성된 충주호가 분지 환경에 주요 습기 공급처가 되면서 안개일수가 55% 증가율을 보였음. 충주에는 중부내륙고속도로와 국도3호선(충북), 충북선 등 주요 교통로가 통과하고 있어 집중적인 안개 감시가 필요함. 때로는 산간지대의 지형적 강우현상으로 집중호우가 내리기도 하여 이에 대한 감시 또한 요구됨. 충주의 남단에 위치한 수안보AWS의 경우, 관측소의 북쪽에 적보산이 위치하여 눈이 쌓이면 쉽게 녹지 않는 경향이 있어 철저한 적설 관측이 이루어져야 함

3.1.4 음성군

음성군은 차령산맥과 노령산맥이 군의 북서부에서 분기하고 있으며, 군의 동부에는 구릉성 지대가, 군의 서부에는 비교적 평야지대가 이루어져 있음. 음성군은 미호천, 부윤천, 초성천의 상류부에 위치하여 하천의 규모가 작고 수계가 복잡하며, 수량이 부족해 관개에 어려움이 있음

음성분지는 전형적인 분지로 기온의 연교차가 심한 대륙성 기후의 특징이 있음. 여름철 집중 다우현상을 보이며, 홍수가 심한 편으로 강수에 대한 감시가 필요함. 또한 음성을 평곡리에 위치하고 있는 음성AWS는 관측소 주변으로 음성천이 흘러 안개가 자주 발생함. 음성AWS 북쪽으로 충북선이 지나고 있어 안개에 대한 감시가 필요함

3.1.5 충북 지형도 및 현장답사 경로

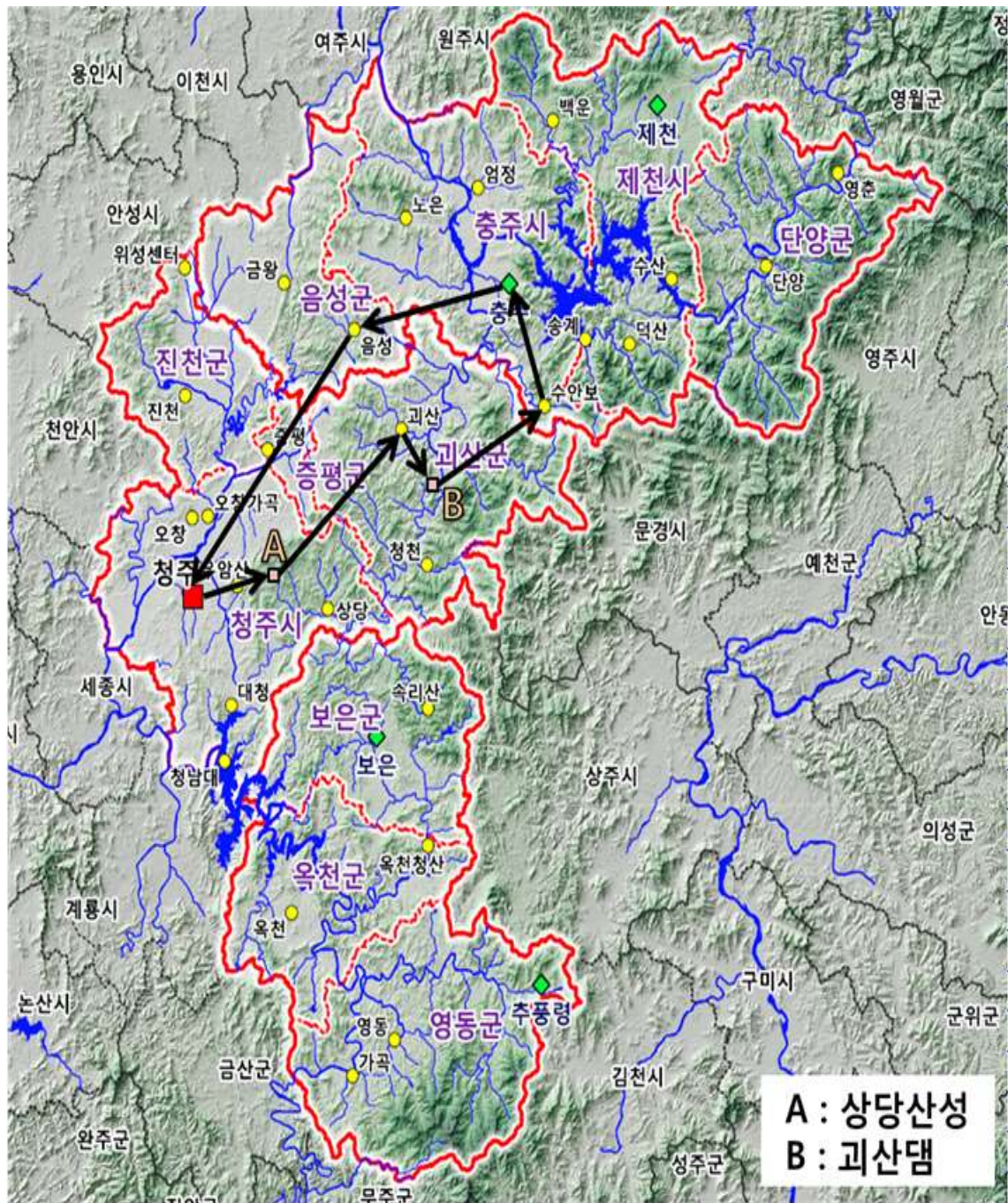


그림 5.9 충북 지형도 및 답사 이동경로

4. 조사 4팀(보은, 옥천, 영동)

4.1 답사구역 지형 분석

4.1.1 영동군

- 충북 최남단에 위치한 영동군은 북쪽으로 옥천군, 서쪽으로 충남 금산군, 동쪽으로 경북 김천시, 남쪽으로는 전북 무주군과 접해 있음. 북쪽으로 경부선 및 경부고속도로가 통과하고 있으며, 소백산맥 자락에서 뻗어 나온 일부 하천들이 북쪽에서 서쪽으로 흐르는 금강 본류와 합류되어 흐르고 있음.
- 지형으로는 동고서저, 산악지형의 특징이 잘 나타나며, 소백산맥과 인접한 동남쪽 지역에서는 1000m가 넘는 험준한 산악지대가 나타나고 있음. 한편, 동쪽 끝 경계에서는 추풍령(221m)이 자리 잡고 있어 충청도와 경상도 간의 관문 역할을 하고 있음.

4.1.2 옥천군

- 옥천군은 소백산맥과 노령산맥의 영향으로 500m 내외의 산지로 둘러싸여 전체적으로 옥천분지를 이루며, 곳곳에 구릉성 산지가 분포. 대체로 지형은 '八'자 모양을 이루며 군을 둘러싸고 있는 산이 많고 평지가 적은 산악지대임.
- 대청호로 유입되는 금강 중상류 유역에 위치하고 있으며, 소규모 하천이 금강 본류로 유입되고 있음. 대부분 심한 곡류를 이루며 군의 중앙을 통과해 북서쪽으로 흐르는 금강을 중심으로 크고 작은 하천이 합류함. 분지 형태로 연교차가 크고, 복사냉각에 의한 기온하강과 일사에 의한 기온상승 폭이 큰 대륙성 기후의 특성을 보임

4.1.3 보은군

- 보은군은 전체적으로 표고가 높고 산악형태를 이루고 있으며, 보은읍, 탄부면, 삼승면 일대의 일부지역에 산간분지형의 평야지대를 형성하고 있음. 대청호의 일부가 있고, 보은의 중심 하천인 보청천은 옥천군 청산면을 거쳐 금강 본류에 합류함.
- 보은군은 분지형의 기후특성으로 연교차가 크고, 복사냉각에 의한 기온하강이 크고, 일사에 의한 기온 상승 폭이 큰 특성을 보임. 안개발생일수는 많지 않으나, 황승안개 발생가능성이 높고, 국도 37번과 25번이 교차하는 보은교차로가 인접해 있어 안개 발생 시 주의가 필요함.

4.1.4 조사지역 지형도 및 관측장비 위치



그림 5.10 영동군 지형도

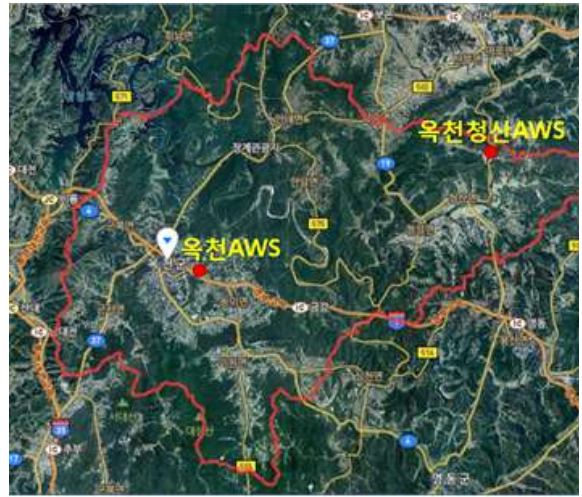


그림 5.11 옥천군 지형도



그림 5.12 보은군 지형도

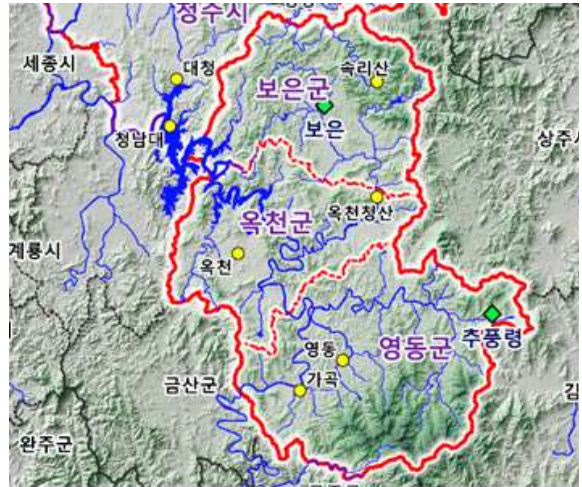


그림 5.13 충북남부 지형도

제2절 폭염 사례분석

1. 조사 1팀(2018. 8. 1. 최고기온 분석)

I. 서론

2018년 여름철은 짧은 장마에 이어 관측 사상 최악의 폭염이 찾아왔다. 충북지역 여름 장마 기간은 6월 26일에서 7월 11일까지 16일로 기록되었으며, 32일이었던 예년의 장마 기간과 비교하면 절반에 불과하였고, 1973년 이후 두 번째로 짧은 장마기간이었다. 또한 장마가 일찍 끝난 뒤에는 북태평양 고기압에 티베트 고기압이 기세를 더하면서 ‘열돔’이라는 사회적 이슈와 함께 극한의 폭염이 이어졌다. 충북지역 평균 폭염일수는 33.8일(평년 8.1일), 열대야일수는 11.3일(평년 2.0일)로 1973년 통계작성 이후 가장 많았으며 특히, 청주의 열대야 일수는 35.0일로 전국에서 가장 많은 열대야를 기록하였다.

특히 8월 1일에는 일 최고기온이 충주 40.0도, 제천 39.4도를 기록하면서 1972년 관측 이래 최고치를 기록하였는데 이번 사례분석은 2018년 여름철 기상특성과 함께 충북 북부지역(충주, 제천)에 나타난 폭염을 분석하여 여름철 국지적인 폭염예보에 도움이 되고자 한다.

II. 2018년 여름철 기상특성

2.1. 1973년 이래 두 번째로 짧은 장마기간

○ (장마시종과 장마기간) 장마 시작일은 제주도가 평년과 비슷하였고, 남부지방은 평년보다 3일 늦게, 충북이 포함된 중부지방은 1~2일 늦게 시작되었고, 반면에, 장마가 평년보다 중부지방에서 14일, 남부지방에서 14~15일, 제주도에서 11~12일로 평년보다 일찍 종료되어 장마 기간은 1973년 이래 두 번째로 짧았다.

※ 가장 짧은 장마: 1973년, 제주도 6월 25일~7월 1일(7일), 남부와 중부 6월 25~30일(6일)

○ (장마의 빠른 종료) 6월 하순부터 티베트 고기압이 평년에 비해 강화되면서 한반도 주변 대기상층이 온난해지고, 북태평양고기압의 세력이 북서쪽으로 크게 확장함에 따라 장마전선이 북상하여 장마가 일찍 종료되었다.

표 5.3 장마 현황

	2018년					평년(1981~2010년)				
	시작	종료	기간(일)	강수일수(일)	평균 강수량(mm)	시작	종료	기간(일)	강수일수(일)	평균 강수량(mm)
중부지방	6.26.	7.11.	16	11.0	281.7	6.24.~25.	7.24.~25.	32	17.2	366.4
남부지방	6.26.	7.9.	14	10.2	284.0	6.23.	7.23.~24.	32	17.1	348.6
제주도	6.19.	7.9.	21	14.5	235.1	6.19.~20.	7.20.~21.	32	18.3	398.6
충북	6.26.	7.11.	16	11.0	274.6	6.24.~25.	7.24.~25.	32	18.0	376.7
청주				9.0	329.9				18.0	339.5
충청령				12.0	211.6				18.1	344.0
보은				12.0	295.0				17.4	438.0
제천				11.0	261.8				18.5	385.4

2.2. 폭염·열대야 지속

○ (일 최고기온) 청주는 일 최고기온 39.1℃('18.8.15.)를 기록하면서 기상관측을 시작(1967년 1월 1일)한 이래 51년 만에 가장 높은 값을 기록하였다. 특히 충주³⁾는 일 최고기온 40.0℃(8월 1일)를 기록하여 충북에서 가장 높은 기온을 보였다.

그림 5.4 주요지점 낮최고기온 극값 현황

관측지점	관측 개시일	1위		2위		3위	
청주	1967.01.01.	39.1	2018.08.15.	38.3	2018.08.01.	38.2	2018.08.03.
보은	1972.01.09.	38.2	2018.08.15.	38.0	2018.08.13.	37.7	2018.08.14.
제천	1972.01.11.	39.4	2018.08.01.	38.8	2018.08.03.	38.5	2018.08.02.
충주	1972.01.01.	40.0	2018.08.01.	39.3	2018.08.02.	38.9	2018.08.15.

○ (폭염과 열대야) 여름철(6.1.~8.21.) 충북 평균 폭염일수는 33.8일(평년 8.1일), 열대야일수는 11.3일(평년 2.0일)로 1973년 통계작성 이후 가장 많았다. 특히, 청주의 열대야 일수는 35.0일로 전국에서 가장 많았다.

※ 폭염일수: 일 최고기온이 33℃ 이상인 날, 열대야일수: 밤(18:01~익일09:00) 최저기온이 25℃ 이상인 날

3) 충주는 1972년 관측을 시작하였으나, 관측장소의 이전(2001년)으로 충북 평균값에는 포함되지 않음.

표 5.5 충북 폭염일수와 열대야일수 순위 현황(6월 1일~8월 21일)

순위	충북			
	폭염일수		열대야일수	
1위	2018년	33.8일	2018년	11.3일
2위	1994년	27.5일	1994년	8.0일
3위	2016년	22.0일	2013년	7.5일
4위	1996년	16.3일	2010년	5.5일
5위	1990년	16.3일	2016년	5.3일

표 5.6 주요 지점별 폭염일수와 열대야일수 현황 (6월 1일~8월 21일)

지점	폭염일수	폭염 최장 지속일수	열대야일수	열대야 최장 지속일수
청주	37일	35일 (7.13.~8.16.)	35일	27일 (7.20.~8.15)
충주	37일	34일 (7.14.~8.16.)	13일	3일 (8.5.~8.7.)
추풍령	28일	15일 (7.15.~7.29.)	5일	3일 (8.4.~8.6.)
제천	31일	22일 (7.15.~8.5.)	2일	1일
보은	38일	30일 (7.12.~8.10.)	3일	1일

2.3. 폭염·열대야 지속 원인

○ (티벳 고기압과 북태평양고기압 발달) 대기상층에 티벳 고기압이, 중·하층에 북태평양고기압이 강하게 발달하여 더운 공기가 유입된 가운데 맑은 날씨로 인한 일사효과까지 더해져 무더운 날씨가 이어졌다.

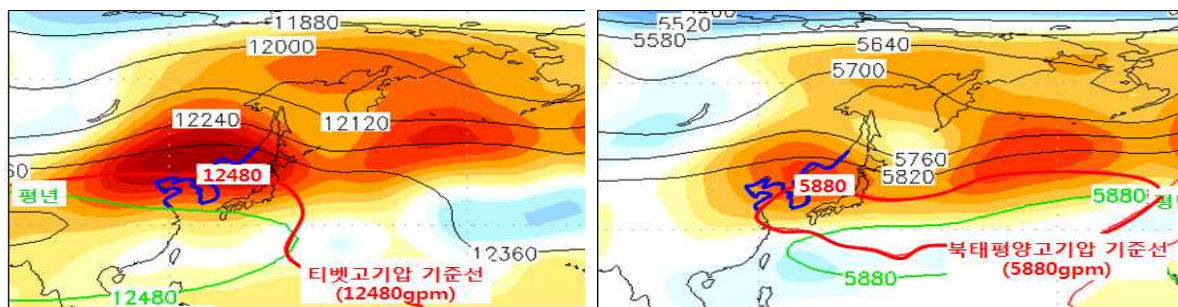


그림 5.14 7월 (왼쪽) 200hPa와 (오른쪽) 500hPa 고도 편차
(빨강/파랑 채색: 평년보다 높/낮은 고도)

- (열대 서태평양의 대류활동 강화) 열대 서태평양에서의 해수면온도가 평년보다 높게 유지되면서 필리핀 해 부근에서 상승기류(대류활동)가 활발했고, 그 북쪽에 위치한 우리나라 남쪽 해상에서 하강기류(대류억제)로 바뀌면서, 북태평양고기압이 발달하는데 기여한 것으로 분석된다.

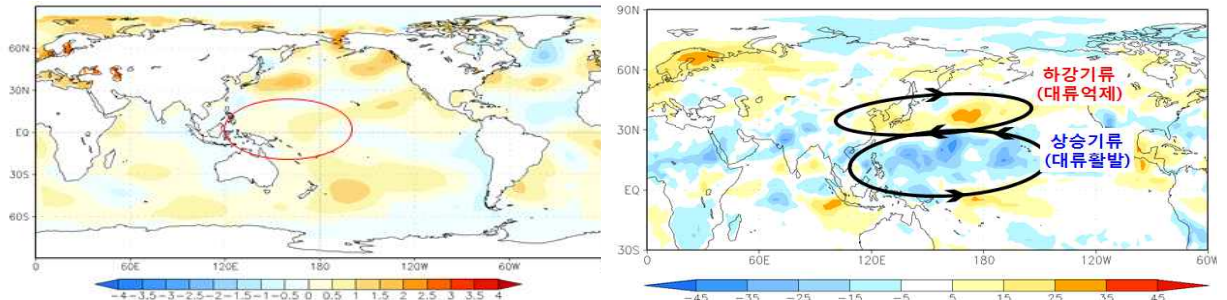


그림 5.15 7월 (왼쪽) 해수면온도편차(빨강/파랑 채색: 평년보다 높/낮은 해수면온도)와 (오른쪽) 지구장파복사⁴⁾ 편차(빨강/파랑 채색: 대류(상승기류) 억제/활발 영역)

- (대기상층 파동 현상) 북반구 중위도 지역에 온난한 성질의 고기압들이 동서방향으로 늘어서 있는 기압계가 나타나, 유럽과 중동, 동아시아와 북미를 중심으로 폭염과 산불 등 기상재해가 빈번하게 발생하였다. 또한, 중위도 지역의 제트기류⁵⁾가 평년보다 북쪽에 위치하여 대기상층의 동서흐름이 정체되면서 폭염이 지속되었다.

4) 지구장파복사: 지구가 방출하는 적외선 복사에너지로, 대류활동(상승운동)이 평년보다 강한 영역에서 음의 값(파란 색)을 나타냄

5) 제트기류: 8~18km 상공에 폭이 좁고 속도가 극히 강한(50kts 이상) 편서풍으로 남북의 기온차이가 큰 지역에서 나타남

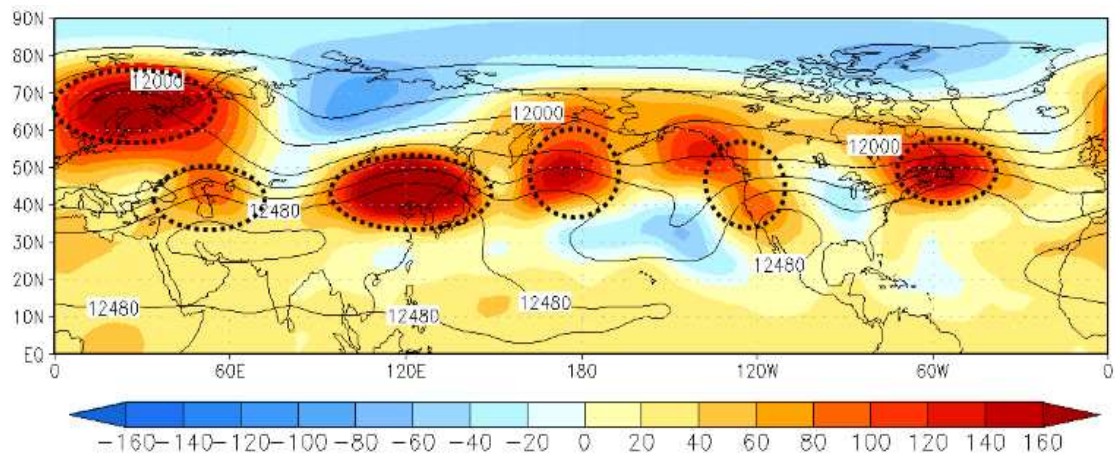


그림 5.16 7월 200hPa 고도 편차(빨강/파랑 채색: 평년보다 높/낮은 고도)

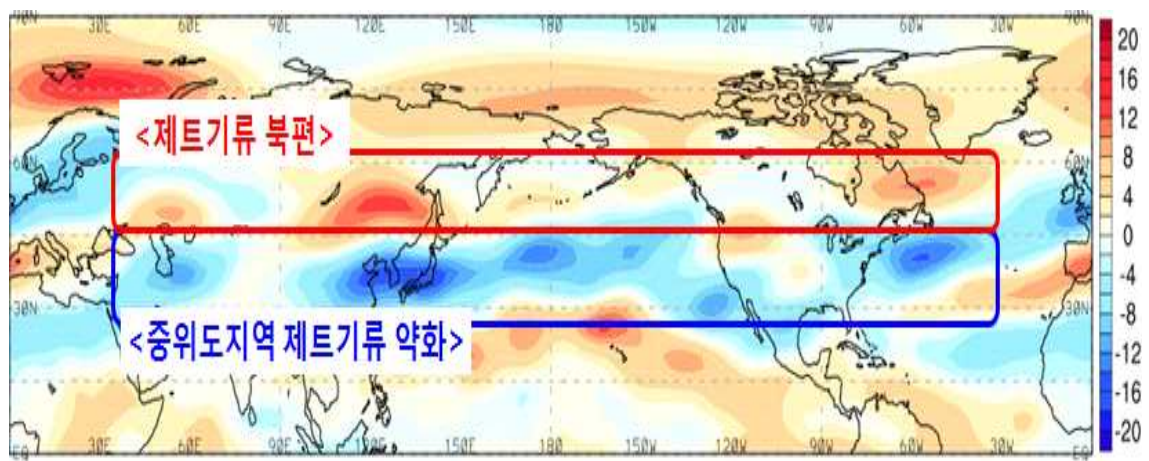


그림 5.17 7월 200hPa 동서바람 편차(빨강/파랑 채색: 평년보다 강/약한 바람)

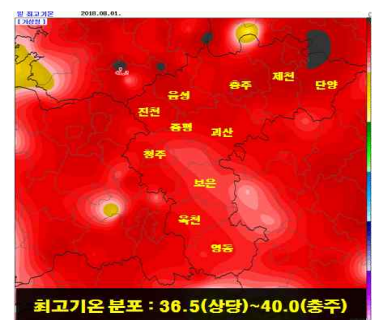
Ⅲ. 2018년 8월 1일 낮 극값 경신 사례 분석

(충주, 제천 극값 1위 경신)

2018년 8월 충북지역은 낮 최고기온이 극값을 경신하는 기록적인 폭염이 이어졌다. 1일에는 충주, 제천 등 북부지역을 중심으로 15일에는 청주, 보은 등 중·남부 지역을 중심으로 극값이 경신되었다. 본 사례는 8월 1일 충주, 제천 등 북부지역을 중심으로 발생한 폭염을 분석하였다.

표 5.7. 극값 현황 및 최고기온 분포(2018. 8. 1.)

지점명	낮최고기온	지점명	낮최고기온
충주(ASOS)	40.0(16:16)	제천(ASOS)	39.4(14:42)
엄정(AWS)	38.7(15:02)	송계(AWS)	38.8(16:04)
수안보(AWS)	37.6(15:54)	백운(AWS)	38.8(14:19)
노은(AWS)	38.5(15:36)	수산(AWS)	39.8(14:26)
		덕산(AWS)	38.9(15:25)



위 표에서 보듯이 충주와 제천 ASOS를 포함한 관할 모든 AWS에서 극값을 기록하였으며, 대부분 지점의 5위까지 순위도 8월 1일 전후와 15일 발생하였다.

3.2. 일기도 분석

3.2.1. 500hPa일기도

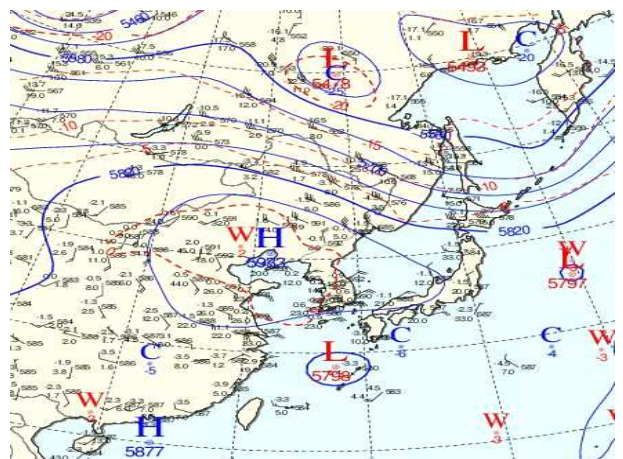
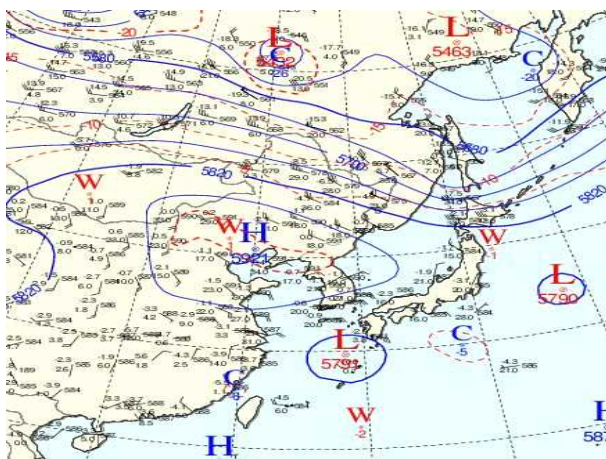


그림 5.18. 2018. 8. 1. 09:00 500hPa일기도

그림 5.19. 2018. 8. 1. 21:00 500hPa일기도

500hPa 일기도에서 우리나라를 포함한 중국 북부지방으로 5,880gpm선이 지나고 있으며, 고기압 주변에는 0°C선의 난역이 위치하여 상층에서 난기가 우리나라 중·북부지방에 위치하고 있음을 보이고 있다. 또한, 캄차카반도 동쪽으로 고압대가 발달하면서 상층 블로킹으로 인해 기류의 정체가 예상되고 일본지역에 기압골이 위치하고 중국내륙지역으로 고압능이 발달하면서 대륙의 고온 건조한 공기가 유입되고 있다.

3.2.2. 850hPa일기도

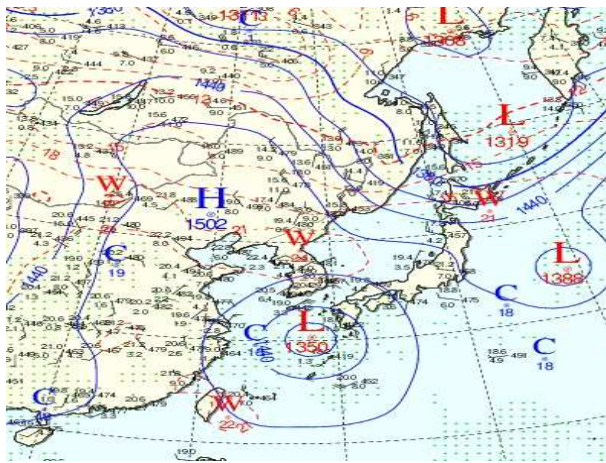


그림 5.20. 2018. 8. 1. 09:00 850hPa일기도

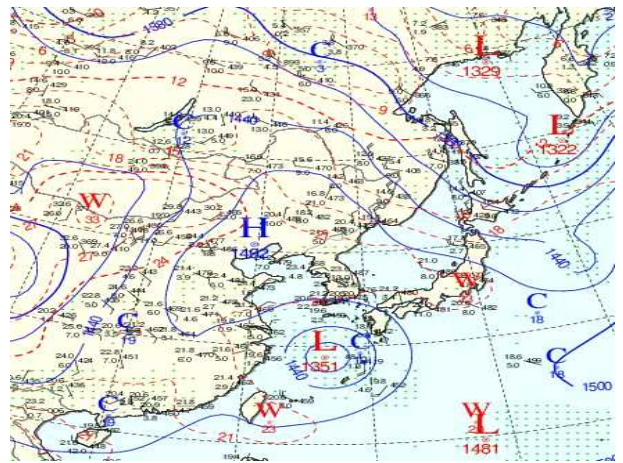


그림 5.21. 2018. 8. 1. 21:00 850hPa일기도

대기 하층인 850hPa일기도에서도 우리나라 중·북부 지방에 24°C의 난기가 위치한 가운데 1,500gpm선이 발해만 북쪽에 위치하고, N 30°부근의 저기압(TD)에서도 난기가 한반도로 유입되고 있다. 또한 중국북부~몽골지역으로 일사에 의한 가열로 3°C의 난역이 위치하면서 티벳 고기압이 발달하고 있음을 알 수 있다.

3.2.3. 지상일기도



그림 5.22. 2018. 8. 1. 09:00 지상일기도



그림 5.23. 2018. 8. 1. 21:00 지상일기도

중국 북동지방에 고기압이 위치하고, 한반도 주변으로 폭 넓은 고압대가 위치하고 있으며, N 30°부근의 저기압(TD)이 중국 북동지역의 고압부에 막혀 북진하지 못하고 서진내지는 남서진하면서 중북지역은 맑은 하늘상태가 지속되는 가운데 상층의 온난고압대에 의해 대류가 억제되어, 일사에 의한 지면가열로 기온 상승이 더해질 것으로 예상된다.

3.2.4. 보조분석도

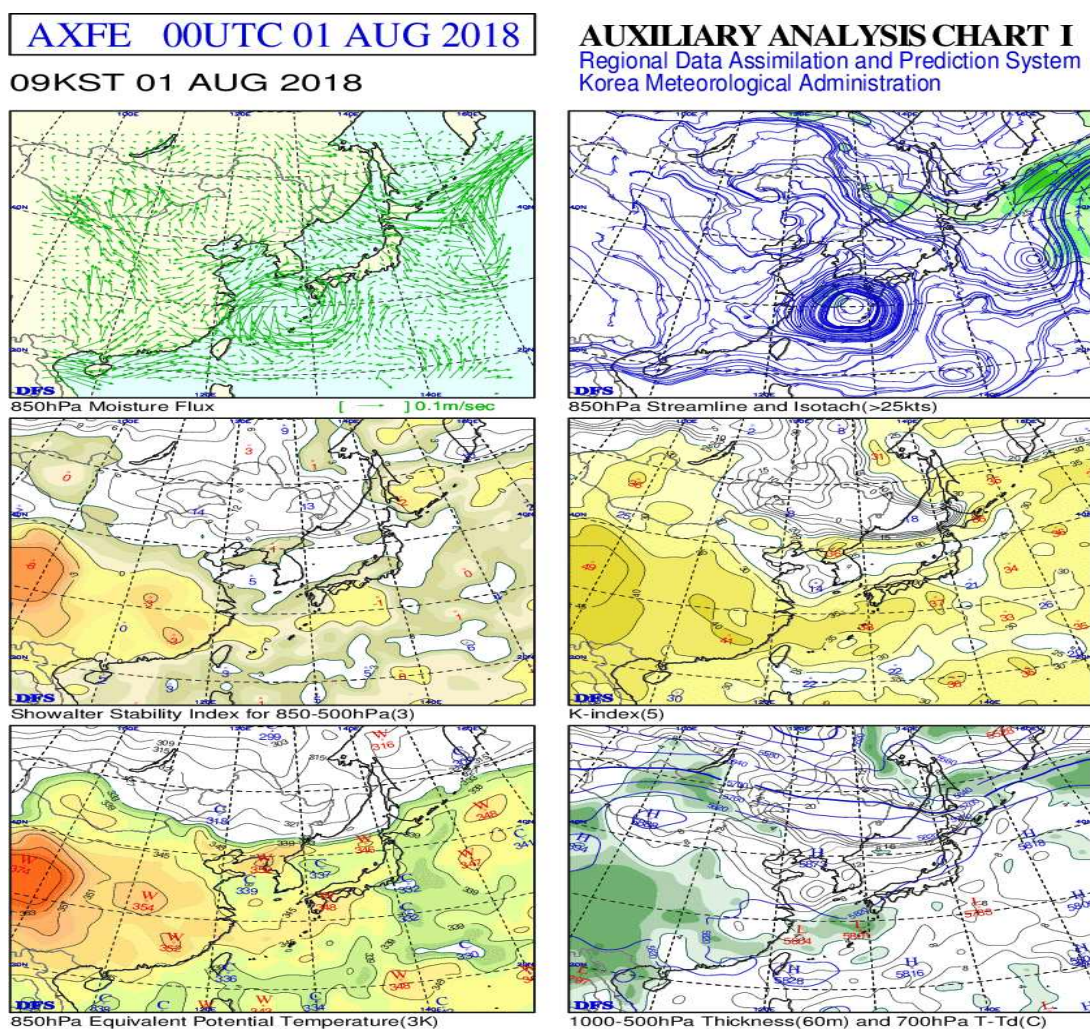


그림 5.24. 보조분석도(8.1. 00UTC)

불안정지수인 SSI 0이하 지역은 북한과 서해북부해상에 나타나고 있으며, K-Index에서도 북한지방과 한중국경을 중심으로 30이상의 불안정역이 나타나고 있다. 850상당온위에서도 북한을 포함한 서해북부해상으로 345K이상의 고상당온위역이 나타나 중국 지역의 뜨거운 공기가 유입되고 있음을 보이고 있다.

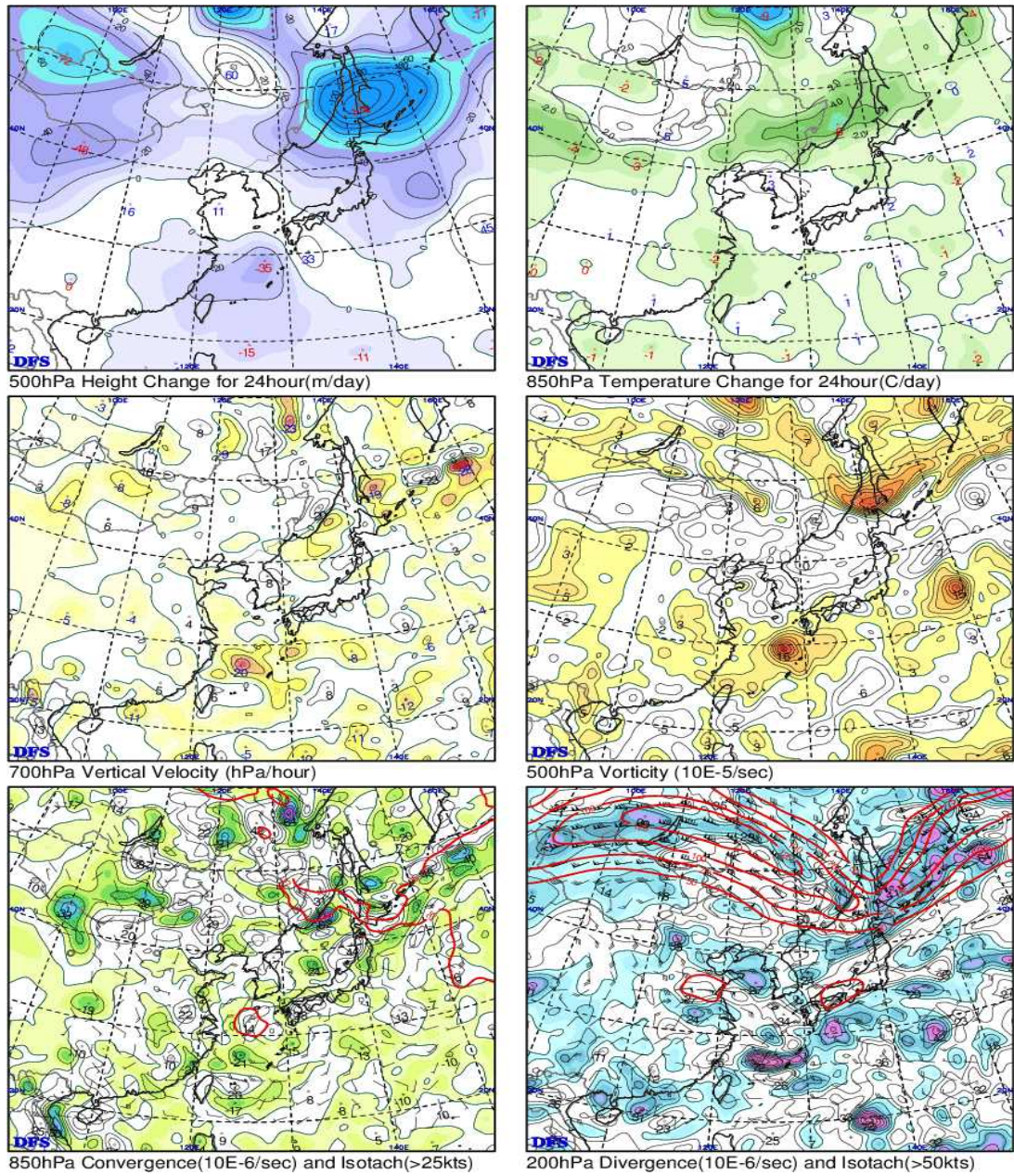


그림 5.25. 보조분석도2(8.1. 00UTC)

500hPa이나 850hPa의 24시간 기온변화도에서 한반도는 폭넓게 기온상승역에 들어 있으며, 700hPa 연직기류나 500hPa 와도장에서 불안정역은 나타나고 있지 않아 구름의 발달을 기대하기 어렵다.

IV. 결론

2018년 여름철 기상특성에서 보듯이 충북지방은 여름철 장마기간이 6월 26일에서 7월 11일까지의 16일로 기록되면서 평년장마기간의 절반에 불과하여 1973년 이후 두 번째로 짧은 장마 기간이었다. 이어서 중국에서 가열된 공기가 한반도 상공으로 유입되고 강한 일사로 인한 지면가열로 내륙지역을 중심으로 35℃ 내외의 폭염과 밤사이 열대야 지속되었다.

폭염을 유발한 기압계의 특징과 메커니즘으로 대규모적으로 보았을 때 캄차카반도의 고압대 발달(상층 블로킹)과 일본지역에서 기압골이 위치하고 중국내륙지역으로 고압능이 발달하였다. 종관규모에서는 중국북부~몽골지역으로 일사에 의한 가열과 티벳고기압 발달·유지를 들 수 있으며, 한반도 지역에서는 상층의 온난고압대(대류억제), 일사 가열, 중국북부에서 뜨거운 공기 유입으로 볼 수 있다.

기류 정체로 인한 고온 지속시간이 증가하는 경우 ① 현재 고온현상의 원인과 현황 파악 중요(열원 분석)하고, ② 과거 유사사례 분석, 또는 기후통계 분석을 통한 유사성과 차이점 분석 ③ 최근 고온현상 발생 일에 대한 일교차 분석을 통한 기온상승 가능성 분석 ④ 북반구 기압계 정체의 현황과 약화 시기 분석하여 기류 정체 해소 시점 분석이 필요할 것이다.

2. 조사 2팀(2018. 8. 15. 최고기온 분석)

I. 서론

2018년 여름은 1994년과 2000년대 초반의 폭염을 뛰어 넘었을 정도로 가장 더운 해로 기억된다. 짧은 장마에 이은 서쪽의 티베트 고기압과 동쪽의 북태평양 고기압의 영향으로 옥천지역을 제외한 충북 전 지역이 관측 이래 가장 높은 일 최고기온을 기록하였다. 또한, 열대야 일수도 청주의 경우는 35일로, 무려 한 달이 넘는 기간이 밤에도 25도 이상을 유지하였으니 찜통이나 다름없었다. 8월 15일 낮 최고기온은 대청(청주) 39.4도, 청주 39.1도, 진천 38.8도, 위성센터(진천) 39.2도 등 충북지역 기상관측 이래 극값 1위를 기록하였다. 참고로 8월 15일 극값 1위 경신지역은 청주시, 진천군, 보은군이며 2018년 충북 중부지역(청주, 진천)에 나타난 폭염의 원인을 분석하여 향후 여름철 폭염예보에 조금이나마 도움이 되었으면 한다.

II. 2018년 8월 15일 낮 최고기온 극값 경신 사례 분석 (청주, 진천, 보은 극값 1위 경신)

2018년 8월 충북지방은 대부분의 지역에서 낮 최고기온이 극값을 경신하는 기록적인 무더위가 이어졌다. 특히, 15일에는 청주, 진천, 보은 등 중·남부 지역을 중심으로 극값이 경신되었으며, 15일 청주, 진천 등 중부지역을 중심으로 발생한 폭염을 분석해 보았다.

표 5.8. 극값 현황(2018. 8. 15.)

지점명	낮최고기온	지점명	낮최고기온
청주(ASOS)	39.1(16:23)	청남대(AWS)	39.2((15:56)
상당(청원)(AWS)	37.3(15:02)	진천(AWS)	38.8(15:10)
대청(AWS)	39.4(15:57)	위성센터(AWS)	39.2(16:25)
오창(AWS)	38.6(15:46)	보은(AWS)	38.2(15:47)

위 표와 같이 청주기상지청의 ASOS를 포함한 중부지역을 중심으로 극값 1위를 기록하였으며, 대부분 지점의 극값이 8월 초(1일 전후)와 8월 중순(15일 전후)에 집중하여 발생하였다.

2.1.1. AWS 시계열표

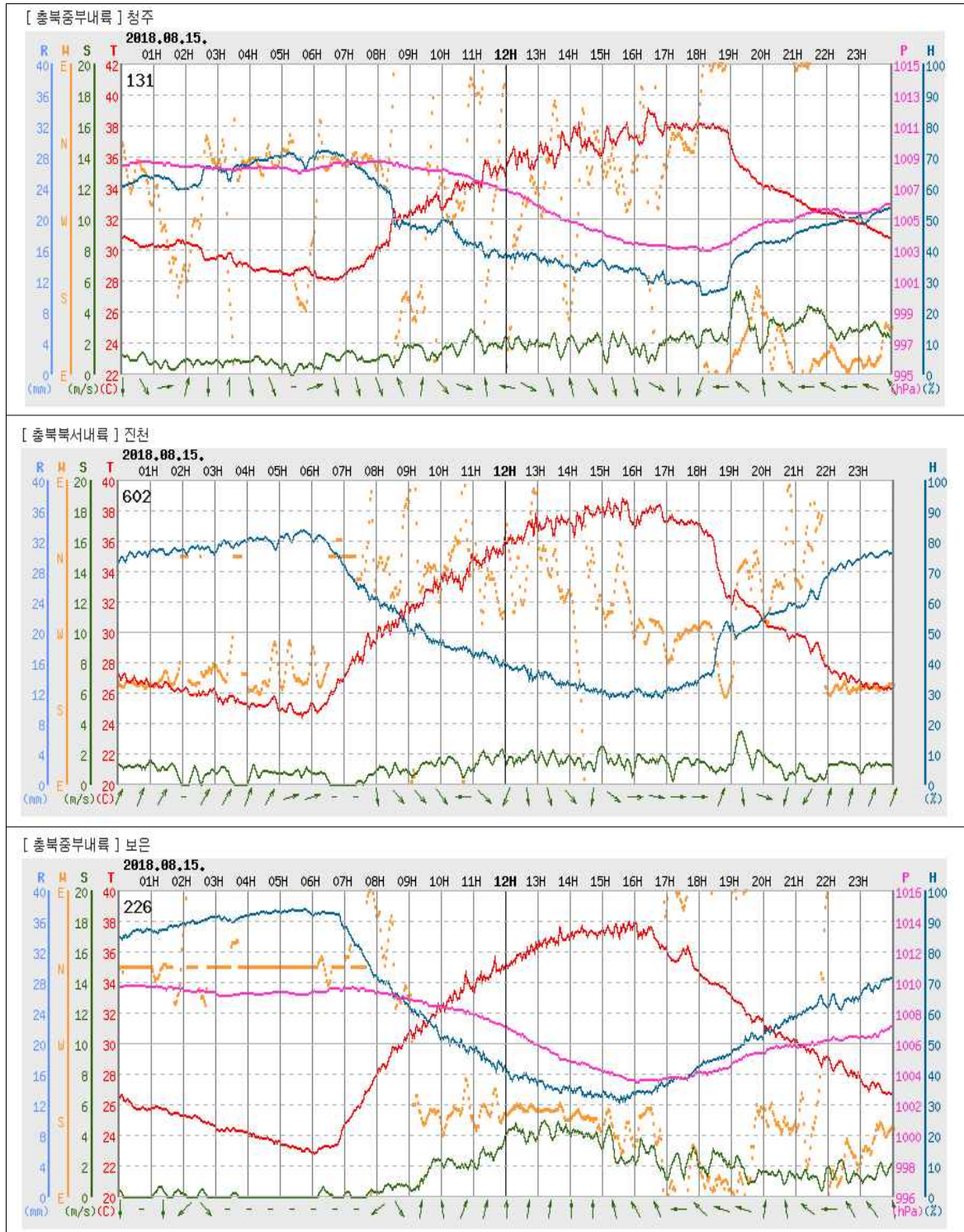


그림 5.26. 연직시계열도(8.15.)

2.2. 일기도 분석

2.2.1. 500hPa일기도

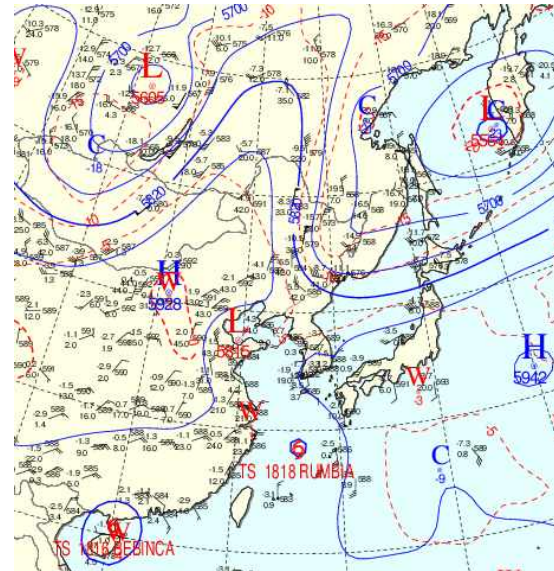
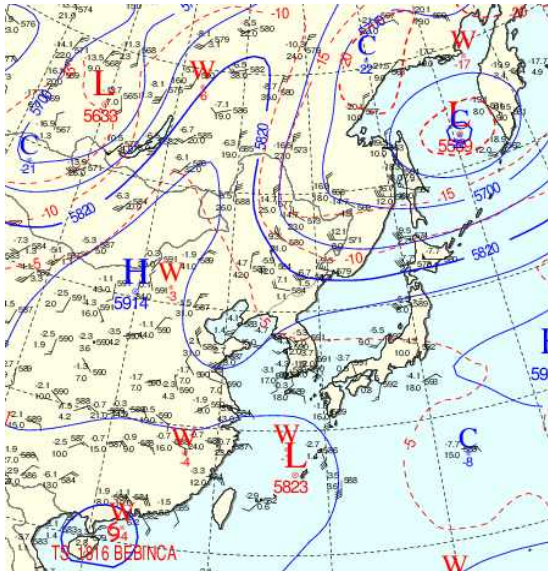


그림 5.27. 2018. 8. 15. 09:00 500hPa일기도 그림 5.28. 2018. 8. 15. 21:00 500hPa일기도

500hPa 일기도에서 5880gpm선이 우리나라 중북부지역과 산둥반도를 포함한 중국 북부지방으로 지나고 있으며, -5°C 선이 몽골~요동반도~우리나라 중북부~일본 중부로 지나고 있다. 또한, 제16호 태풍‘베닌카’의 전면에서 난기가 $\text{N } 30^{\circ}$ 부근에서 한반도로 유입되고 있음을 알 수 있다.

2.2.2. 850hPa일기도

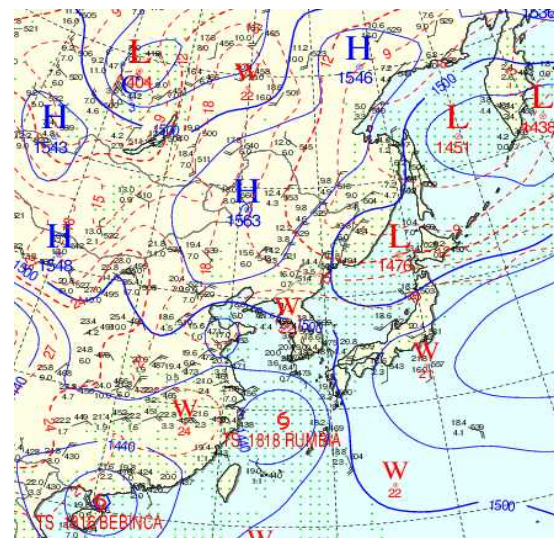
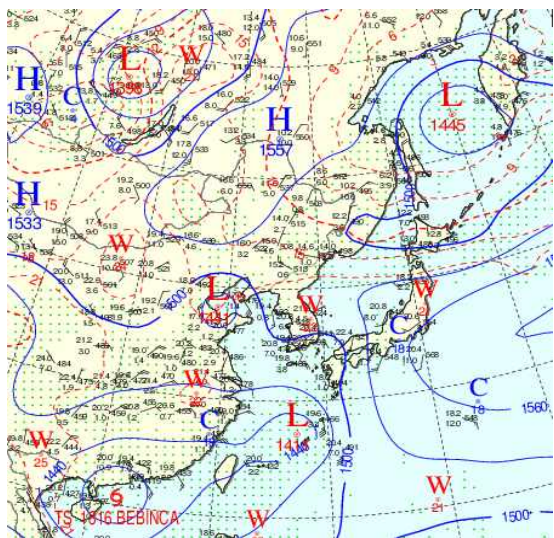


그림 5.29. 2018. 8. 15. 09:00 850hPa일기도 그림 5.30. 2018. 8. 15. 21:00 850hPa일기도

대기 하층인 850hPa일기도에서도 우리나라는 18°C 선이 북한지역을 지나고 있으며, 전체적으로 난역에 위치한 가운데 1500gpm선이 남부지방~발해만~중국 중북부지방으로 위치하고, N 20°부근의 태풍 전면에서도 난기가 한반도로 유입되어 충청지역은 따뜻한 남풍과 동풍에 의한 찜 현상이 더해져 더운 날씨가 지속되고 있음을 알 수 있다.

2.2.3. 지상일기도

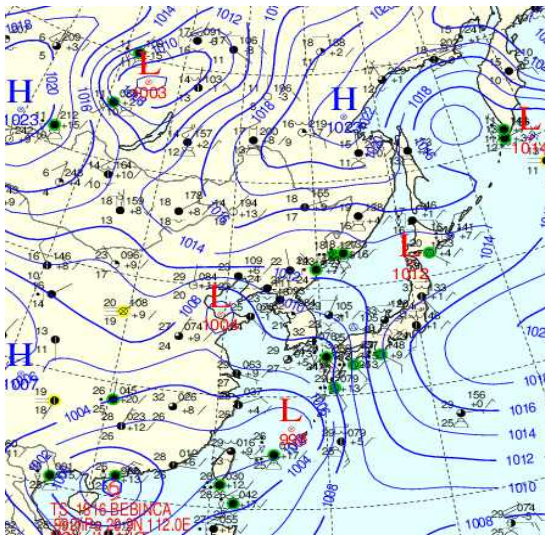


그림 5.31. 2018. 8. 15. 09:00 지상일기도

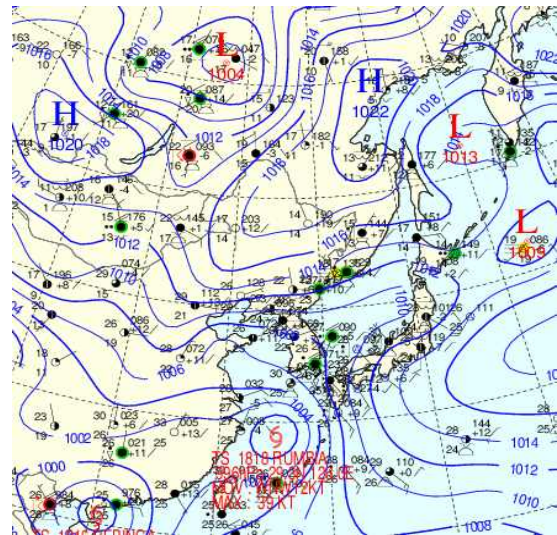


그림 5.32. 2018. 8. 15. 21:00 지상일기도

mT 가장자리에서 남부지방은 태풍 '리피'에서 약화된 열대저압부의 영향을 받겠으나, 중부지방은 mT와 동풍의 영향으로 기온이 올라 폭염이 유지되고 있음.

2.2.4. 한반도 국지일기도

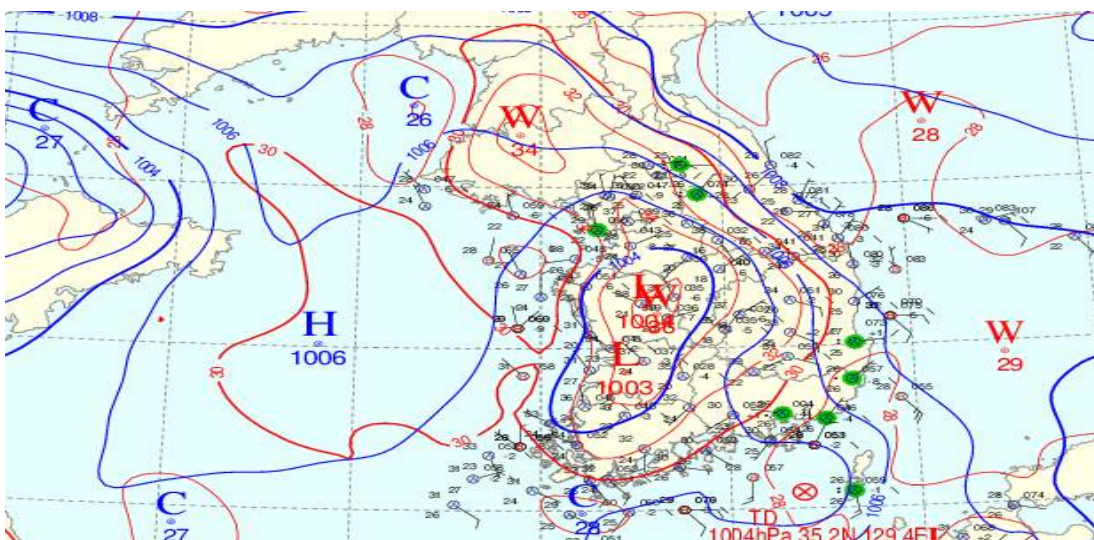


그림 5.33. 2018. 8. 15. 16:00 한반도 국지일기도

충북지방은 난역의 중심에서 열적 저기압이 발생하고 있음을 알 수 있다.

2.2.5. 보조분석도

AXFE 06UTC 15 AUG 2018

15KST 15 AUG 2018

AUXILIARY ANALYSIS CHART I
Regional Data Assimilation and Prediction System
Korea Meteorological Administration

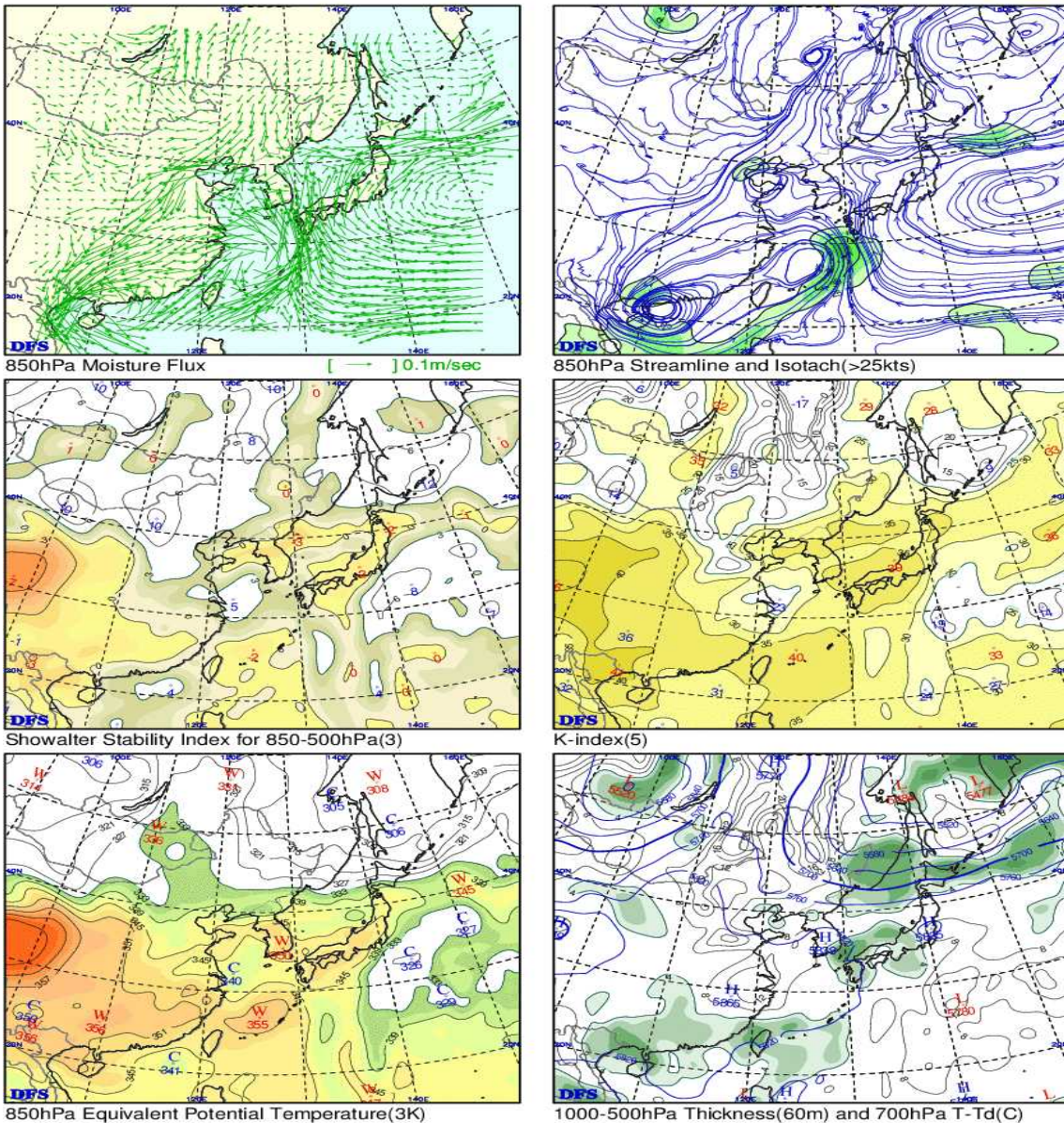


그림 5.34. 보조분석도(8.15. 15KST)

850 수분속이 남해안에서 충북지역으로 계속해서 강하게 유입되고 있으며, 동해안으로부터 동풍의 영향을 받고 있다. 불안정지수는 북한을 중심으로 강하게 나타나며 중부이남은 SSI가 0 이하를 나타내고 있음. K-Index에서도 충북일부지역은 35 이상으로 불안정이 강함을 알 수 있다. 고상당온위역이 우리나라에 폭넓게 위치하며 우리나라는 경상지역을 제외한 전역이 고기압의 영향을 받고 있다.

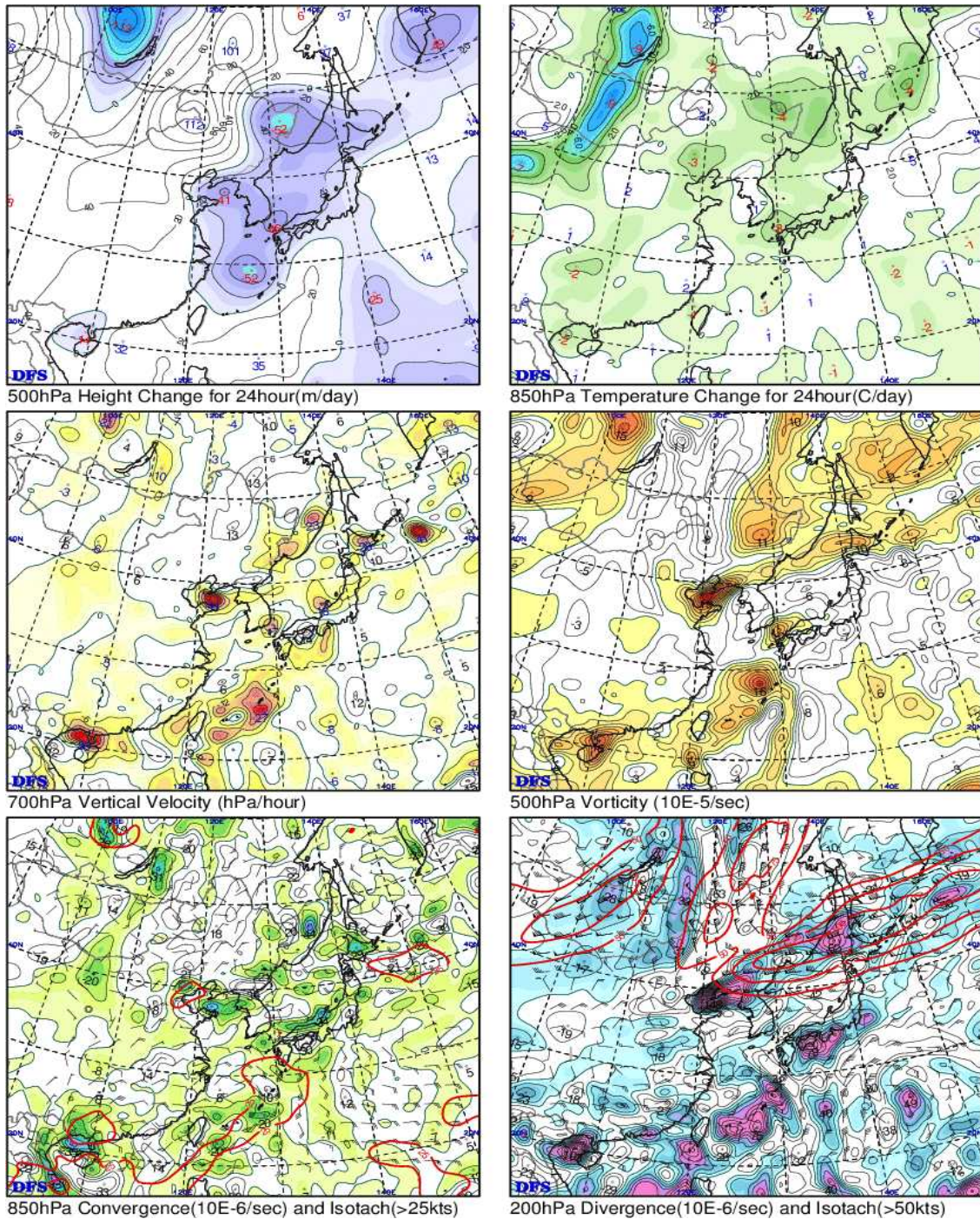


그림 5.35. 보조분석도2(8.15. 15KST)

850의 24시간 기온변화도에서 동해안과 남부지방에서는 점차 기온이 하강하고 있으나 그 외의 지역에서는 기온의 변화가 없다. 충북지방은 수렴, 발산, 상승속도, 상층 와도 등 별다른 영향이 없고 비교적 안정한 상태에서 계속해서 고기압권에 들어있음을 나타내고 있다.

2.3. 종합

여름철 무더위는 보통 장마가 끝난 뒤인 7월 하순부터 시작되는 것이 통상적이거나 2018년도의 장마는 평년의 절반 정도로 짧았고, 우리나라 주변으로 폭넓게 난역이 위치하였다. 또한, 서쪽으로는 티벳고기압과 동쪽으로는 북태평양고기압이 발달하여 기압계가 정체하는 가운데 열적 발산이 저지되어 무더위가 지속되었다.

Ⅲ. 결론

2018년 여름철 기상은 앞에 서술한 바와 같이, 충북지방은 기상관측 이래 평년의 절반에 불과한 짧은 장마로 폭염 일수가 더욱 더 증가했다. 또한, 태풍의 전면에서 지속적으로 덥고 습한 공기가 유입되는 가운데 동풍에 의한 기온 상승 효과도 더해졌다. 더불어, 서쪽으로는 티벳고기압이 확장하고, 동쪽으로는 북태평양 고기압이 확장하면서 우리나라 부근으로는 안정된 기단에 의한 난기가 유입되고, 강한 일사까지 더해져 충북지방은 유례없는 폭염이 지속되었다.

따라서 7월 하순에 이미 37도가 넘는 폭염이 시작되어 8월 하순 초반까지 이어졌다. 특히, 8월 15일에는 청주, 진천, 보은 지역에서 관측 이래 낮 최고기온 극값 1위를 기록하였다.

3. 조사 3팀(2018. 8. 3. 최고기온 분석)

I. 서론

2018년 여름은 충북지역에 1994년을 제치고 역대 최고의 폭염과 열대야가 나타난 해이다. 서쪽의 티베트 고기압과 동쪽의 북태평양 고기압 세력이 평년보다 강하게 나타나 장마종료 후부터 8월 중반까지 무더위가 지속되어 충북의 여름철 폭염일수는 35.5일(평년 8.1일), 열대야 일수는 11.8일(평년 2.0)로 1973년 이후 가장 많았다. 중부지방의 장마는 6월26일 시작된 후 7월11일 종료되며 총 16일로 평년 32일에 비해 매우 짧았고, 장마기간 총 강수량은 256.1mm로 평년 366.4mm 보다 적었다.

충북지역의 최고기온 극값의 경우 1~5위를 2018년 8월에 충북 대부분 지역에서 기록하였는데, 그 중 8월 3일 폭염사례를 분석하고자 한다.

II. 2018년 8월 3일 낮 최고기온 사례 분석(충주, 제천, 일평균기온 극값 1위 경신)

2.1. 극값 현황(2018. 8. 3.)

표 5.9. 낮최고기온 극값 현황(8.3.)

지점명	일평균기온	지점명	낮최고기온
충주(ASOS)	32.3 극값 1위	제천(ASOS)	38.8(14:48) 극값 2위
제천(ASOS)	30.3 극값 1위	청주(ASOS)	38.2(16:02) 극값 3위
		충주(ASOS)	38.9(14:48) 극값 4위

이 날은 우리나라 대부분 지역이 폭염특보가 발효된 가운데 충북 전 지역이 36도(추풍령)에서 39도(단양)의 최고기온 분포를 보였고, 제천이 38.8도로 최고기온 극값 2위, 청주가 38.2도로 최고기온 극값 3위, 충주가 38.9도로 최고기온 4위를 기록하였다. 충주와 제천은 일평균기온 극값 1위를 각각 기록하였다.

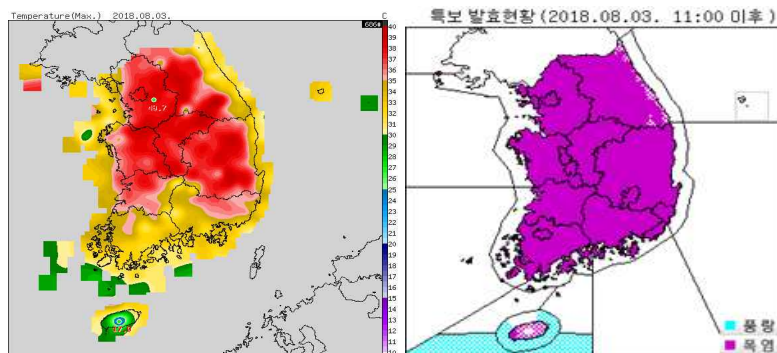


그림 5.36. 낮최고기온 및 특보현황(8.3.)

2.1.1. AWS 시계열표

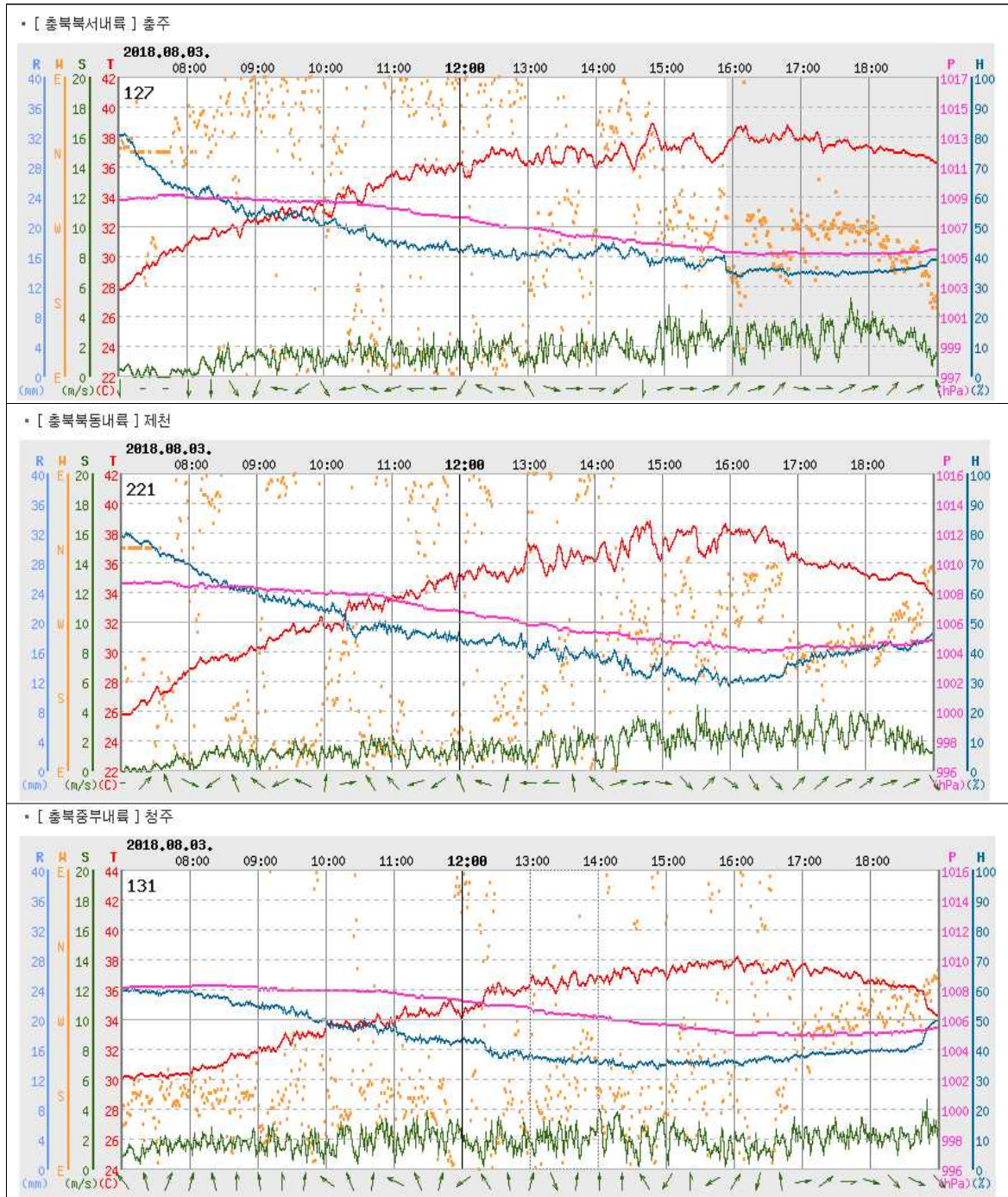


그림 5.37. AWS시계열도(8.3.)

이 날 바람은 2m/s내외로 약하게 부는 가운데 아침기온이 26~30도로 높은 가운데, 계속 상승하며 15~16시 경에 최고기온을 기록하였음을 알 수 있다.

2.2. 일기도 분석

2.2.1. 500hPa일기도

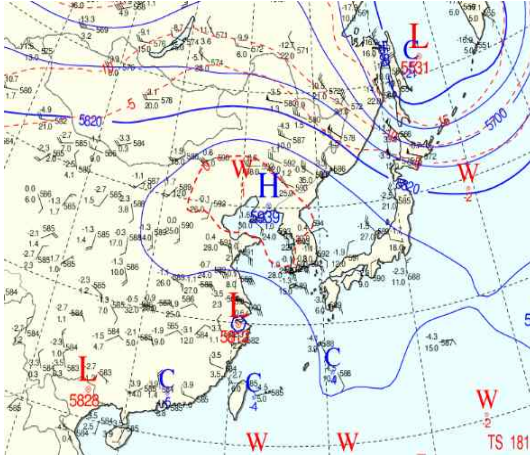


그림 5.38. 2018. 8. 3. 09:00 500hPa일기도

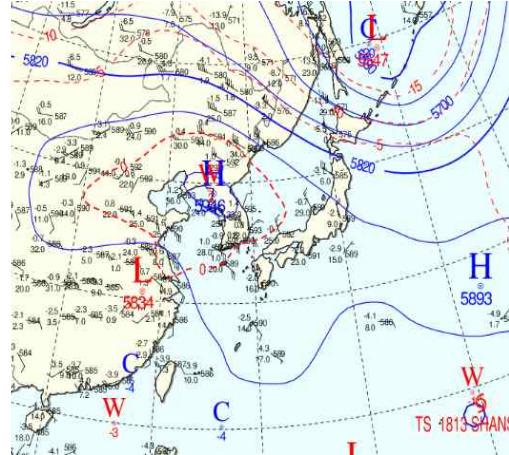


그림 5.39. 2018. 8. 3. 21:00 500hPa일기도

500hPa 일기도에서 티베트 고기압에 의해 확장된 5880gpm선이 우리나라와 산둥반도를 포함한 중국 북부지방으로 지나고 있으며, 0°C등온선은 우리나라 전역과 중국 하북지역을 포함하고 있다. 또한, 제12호 태풍‘종다리’가 TD로 약화되어 상하이 부근에 위치하고 있다.

2.2.2. 850hPa일기도

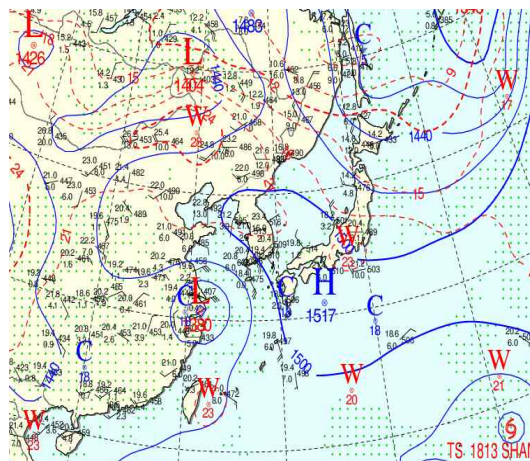


그림 5.40. 2018. 8. 3. 09:00 850hPa일기도

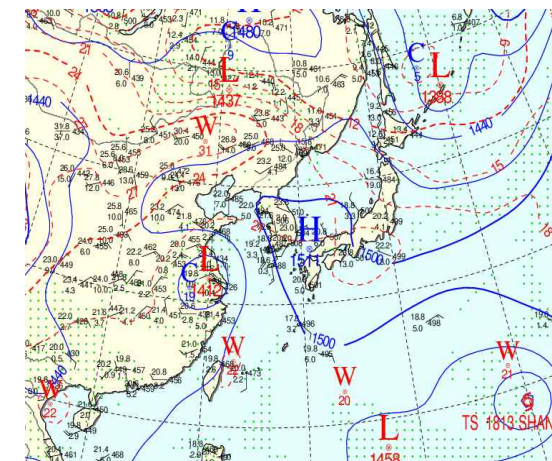


그림 5.41. 2018. 8. 3. 21:00 850hPa일기도

대기 하층인 850hPa일기도에서도 우리나라 중부지역은 21°C 등온선안에 위치한 가운데 일부지역은 23도 이상의 기온이 관측되고 있어, 전체적으로 난역에 위치한 가운데

1500gpm선이 일본남쪽 해상에서 우리나라까지 확장되어 대기하층에서는 북태평양고기압의 영향을 받고 있으며, N 20°부근의 태풍 전면에서도 난기가 한반도로 유입되어 충북지역은 따뜻한 남동풍에 의한 편 현상이 더해져 더운 날씨가 지속되고 있음을 알 수 있다.

2.2.3. 지상일기도

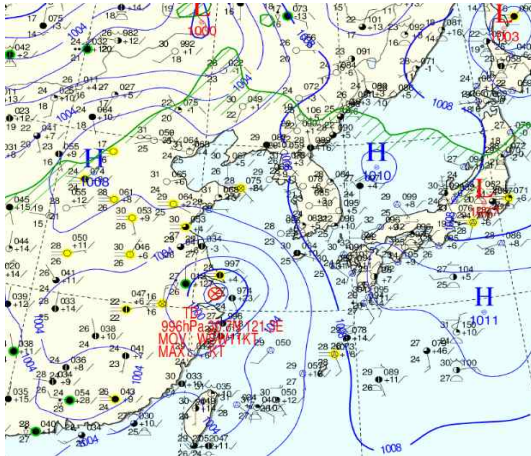


그림 5.42. 2018. 8. 3. 09:00 지상일기도

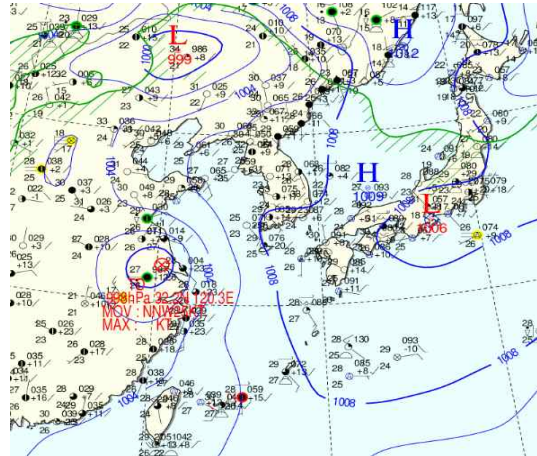


그림 5.43. 2018. 8. 3. 21:00 지상일기도

mT 가장자리에서 제주도와 남해안 지방은 태풍‘종다리’에서 약화된 열대저압부의 영향을 받겠으나, 중부지방은 mT와 남동풍의 영향으로 기온이 올라 폭염이 유지되고 있다.

2.2.4. 한반도 국지일기도

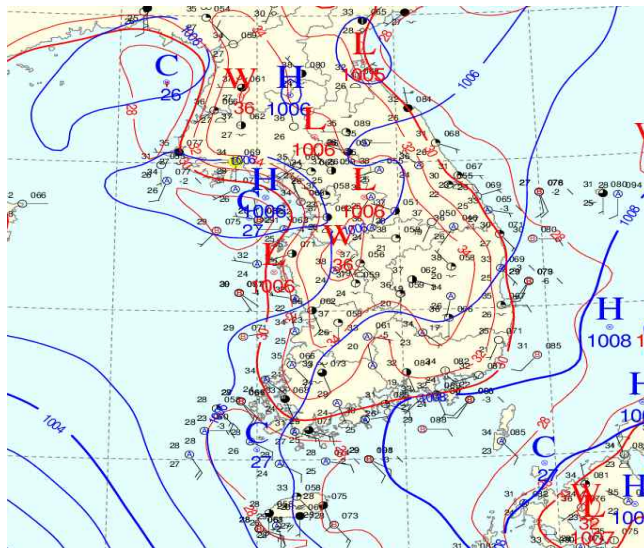


그림 5.44. 2018. 8. 3. 15:00 한반도 국지일기도

충북지방은 난역의 중심에서 곳에 따라 열적 저기압이 발생하고 있다.

2.2.5. 보조분석도

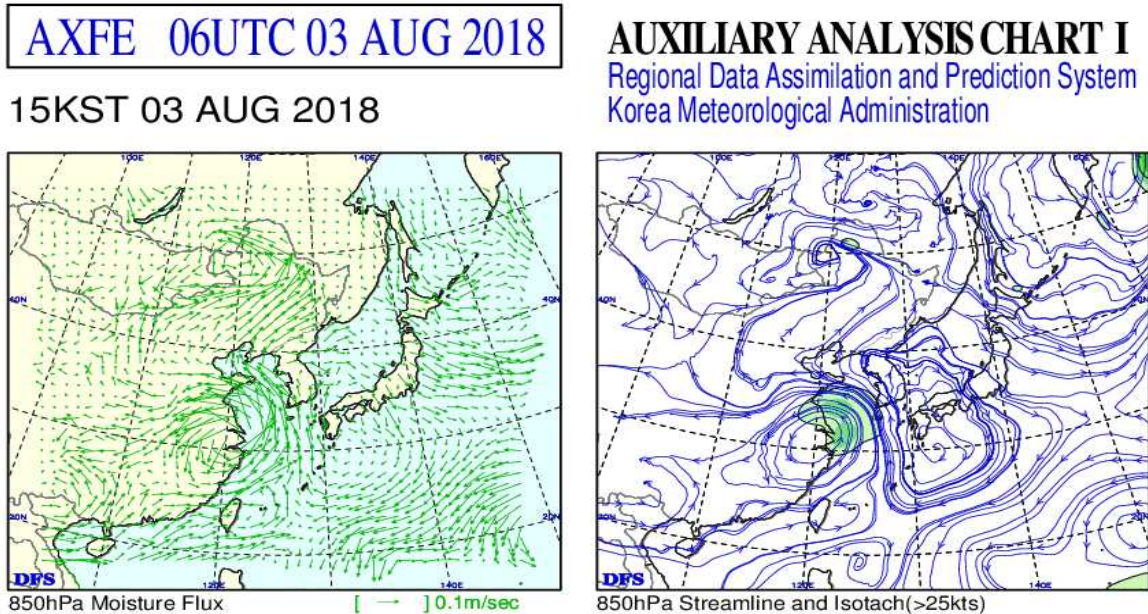


그림 5.45. 보조분석도(8.3. 15KST)

850 수분속은 열대저압부와 mT고기압의 경계지역인 서해안지역을 중심으로 강하게 유입되고 있으며, 850유선도에서 충북지역으로 남동풍이 유입되고 있음을 알 수 있다.

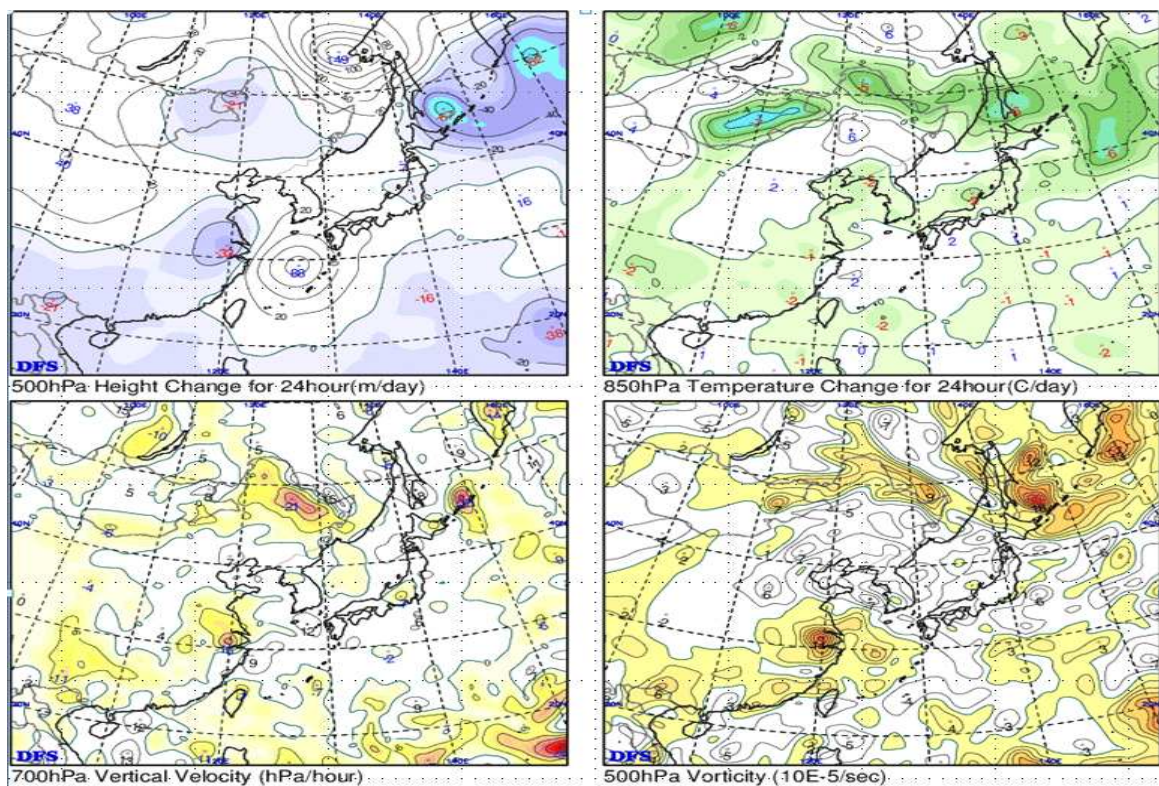


그림 5.46. 보조분석도2(8.3. 15KST)

대기하층부터 대기 상층까지 고기압권역에 위치하면서 500의 24시간 고도변화도에서도 중부지방으로 변화가 없고, 850의 24시간 기온변화도에서 우리나라 전역이 기온의 변화가 별로 없으며, 700상승류나 500와도이류도 나타남이 없이 비교적 안정한 상태에서 계속해서 고기압권에 들어있음을 나타내고 있다.

2.3. 종합

여름철 무더위는 보통 장마가 끝난 뒤인 7월 하순부터 시작되는 것이 통상적이거나 2018년도의 장마는 평년의 절반 정도로 짧았고, 강수량도 적었다. 또한, 서쪽 대기상층으로는 티벳고기압과 동쪽 대기하층으로는 북태평양고기압이 발달하여 연직으로 대기가 안정한 가운데 대기하층에서 남동풍계열의 바람이 소백산맥을 넘어 더욱 고온건조해지면서 충북지역에 폭염이 나타났었다.

Ⅲ. 결론

2018년 여름은 충북지역에 1994년을 제치고 역대 최고의 폭염과 열대야가 나타난 해이다. 서쪽의 티베트 고기압과 동쪽의 북태평양 고기압 세력이 평년보다 강하게 나타나 장마도 7월 중순에 일찍 종료되면서 8월 중반까지 무더위가 지속되어 충북의 여름철 폭염일수는 35.5일(평년 8.1일), 열대야 일수는 11.8일(평년 2.0)로 1973년 이후 가장 많았다. 특히 2018년 8월 3일은 우리나라 대부분 지역에 폭염특보가 발효된 가운데 충북 전 지역이 36도(추풍령)에서 39도(단양)의 최고기온 분포를 보였고, 제천이 38.8도로 최고기온 극값 2위, 청주가 38.2도로 최고기온 극값 3위, 충주가 38.9도로 최고기온 극값 4위를 기록하였다. 충주와 제천은 일평균기온 극값 1위를 각각 기록하였다. 그 원인으로는 서쪽 대기상층으로는 티벳고기압과 동쪽 대기하층으로는 북태평양고기압이 발달하여 연직으로 대기가 안정하고 맑은 가운데 일사효과뿐만 아니라, 대기하층에서 남동풍계열의 바람이 소백산맥을 넘어 더욱 고온건조해지면서 충북지역에 기록적인 폭염이 나타났었다.

4. 조사 4팀(2016. 8. 7. 최고기온 분석)

I. 개요

1) 발생유형

- 북태평양 고기압의 영향으로 기압계 흐름이 정체된 가운데 몽골, 중국 북부지방에 위치한 고기압으로부터 가열된 공기가 한반도 상공으로 유입되었음. 하층에서는 북태평양 고기압의 가장자리를 따라 고온의 공기가 한반도로 유입되는 가운데 강한 일사까지 더해져 낮 최고기온이 높게 나타났음.

2) 주요 지점별 낮 최고기온(단위: °C)

- 가곡(영동) 36.5, 영동 35.9, 추풍령 35.6, 옥천청산(옥천) 35.6, 옥천 34.4, 보은 34.3, 속리산(보은) 34.0

3) 폭염특보(보은, 옥천, 영동)

- 옥천, 영동 폭염경보 발표/폭염경보 해제
발표(발효): 2016. 8. 4. 10:30(11:00)/발표(발효): 2016. 8. 25. 16:00(18:00)
- 보은 폭염경보 발표/폭염경보 해제
발표(발효): 2016. 8. 5. 11:00(11:00)/발표(발효): 2016. 8. 25. 16:00(18:00)

4) 피해 현황: 충북 온열 질환자 9명 발생(출처: 질병관리본부)

II. 분석과 결과

1. 충북 남부지역의 폭염 통계 분석

(1) 폭염특보 현황

2016년 충북 남부지역의 폭염특보가 7월 8일 첫 발표(발효)된 이후, 주의보는 영동 5번, 보은과 옥천 3번, 경보는 영동 3번, 보은과 옥천 1번 발효가 되었다. 폭염특보가 가장 길게 이어진 영동에서는 29일간(7. 28.~8. 25.), 보은과 옥천에서는 28일간(7. 29.~8. 25.) 발효되었다. [표 1]

(2) 월별 순별 폭염 일수

충북 남부지역의 2016년도 폭염 일수는 영동 34일, 옥천 26일, 보은 25일이 발생하였다. 충북 남부지역의 첫 폭염은 7월 상순에 시작하여 마지막 폭염은 8월 하순까지 이어졌고, 특히 8월 상순 중반에서 하순 중반 사이에 주로 나타났다. 과거 28년(1973~2000) 동안 충청북도의 첫 폭염은 7월 25일을 전후하여 발생하였으나, 충북 남부지역의 2016년도 첫 폭염은 7월 17일을 전후하여 발생해 8일 빨라졌다. 마지막 폭염은 8월 10일을 전후하여 해소가 되었으나, 충북 남부지역의 2016년도 마지막 폭염은 8월 25일을 전후하여 해소가 되어 15일 늦어졌다. 이는 2016년도에 충북 남부지역의 여름철이 일찍 시작되고 늦게까지 이어진 것으로 분석된다. 가장 길게 이어진 폭염 지속일은 영동이 23일간(8. 3.~8. 25.), 보은과 옥천이 22일간 이어졌다. [표 2]

표 5.10. 충북 남부지역 폭염특보 현황(연도: 2016년)

구역	특보종류	발표		대치/해제	
		발표	발효	발표	발효
보은	폭염주의보	7. 8. 16:00	7. 8. 16:00	7. 10. 16:00	7. 10. 18:00
	폭염주의보	7. 24. 11:00	7. 24. 11:00	7. 26. 16:00	7. 26. 19:00
	폭염주의보	7. 31. 15:00	7. 31. 16:00	폭염경보로 대치	
	폭염경보	8. 5. 11:00	8. 5. 11:00	8. 25. 16:00	8. 25. 18:00
옥천	폭염주의보	7. 8. 16:00	7. 8. 16:00	7. 10. 16:00	7. 10. 18:00
	폭염주의보	7. 24. 11:00	7. 24. 11:00	7. 26. 16:00	7. 26. 19:00
	폭염주의보	7. 29. 15:00	7. 29. 15:00	폭염경보로 대치	
	폭염경보	8. 4. 10:30	8. 4. 11:00	8. 25. 16:00	8. 25. 18:00
영동	폭염주의보	7. 8. 16:00	7. 8. 16:00	7. 10. 16:00	7. 10. 18:00
	폭염주의보	7. 20. 11:00	7. 20. 11:00	7. 21. 11:00	7. 21. 11:00
	폭염주의보	7. 23. 11:00	7. 23. 11:00	폭염경보로 대치	
	폭염경보	7. 24. 11:00	7. 24. 11:00	7. 26. 16:00	7. 26. 19:00
	폭염주의보	7. 28. 11:00	7. 28. 11:00	폭염경보로 대치	
	폭염경보	7. 30. 16:00	7. 31. 11:00	폭염주의보로 대치	
	폭염주의보	8. 2. 16:00	8. 2. 16:00	폭염경보로 대치	
	폭염경보	8. 4. 10:30	8. 4. 11:00	8. 25. 16:00	8. 25. 18:00

표 5.11. 충북 남부지역 월별, 순별 폭염 일수 및 폭염 발생 일자(연도: 2016년)

지점	7월			8월			월합	첫 날	마지막 날	최장 지속일		
	상순	중순	하순	상순	중순	하순				시작	끝	일수
보은	1		2	7	10	5	25	7. 9.	8. 25.	8. 4.	8. 25.	22일
옥천			4	7	10	5	26	7. 23.	8. 25.	8. 4.	8. 25.	22일
영동	1		9	9	10	5	34	7. 9.	8. 25.	8. 3.	8. 25.	23일
추풍령			6	5	9	4	24	7. 26.	8. 25.	8. 10. 8. 17.	8. 15. 8. 22.	6일 6일
누계 (평균일)	2 (2%)		21 (19%)	28 (26%)	39 (36%)	19 (17%)	109 (100%)	7. 17.	8. 25.			

2. 일기도 분석

1) 동아시아 일기도

(1) 500hPa 고도장 평균 일기도

평년(1981~2010년)의 5820gpm 등고선은 중국 북부지방에서 북한지방을 지나 혼슈 북쪽으로 비교적 zonal하게 놓여있고, 5880gpm 등고선은 태평양에서 일본 열도 남쪽을 지나 동중국해까지 세력을 유지하고 있다. 폭염이 많이 발생했던 2016년도의 5820gpm 등고선은 평년에 비해 몽골 주위에서는 위도상 12도 정도 북쪽으로 확장해 놓여있는 가운데 태평양에서도 위도상 6도 정도 북쪽으로 확장해 놓여있다. 5880gpm 등고선의 경우는 평년에는 중국 북부에 존재하지 않았으나, 2016년도에는 몽골과 중국 북부, 한반도까지 형성되어 있고, 태평양에서도 북쪽으로 많이 확장해 놓여있다. 이는 북태평양고기압의 기압계 흐름이 정체된 가운데 몽골과 중국 북부지방에서 형성된 가열된 공기가 한반도 상공으로 유입되었고, 태평양에서도 가열된 공기가 쌓여 평년보다 고도장이 높게 형성된 것으로 보여진다. [그림 1]

(2) 850hPa 기온장 평균 일기도

평년은 중국 중부내륙으로 21°C 이상의 기온선이 형성되어 있고, 중국 북부지방에서 산둥반도를 지나 한반도 남부지방으로 18°C 기온선이 형성되어 있는 가운데 한반도는 약한 온도골에 들어있다. 2016년도는 몽골에서 중국 남부내륙으로 21°C 기온선이 형성되어 있고, 몽골에서 중국 북동지방을 지나 일본 혼슈 북쪽으로 18°C 기온선이 평년보다 3°C(위도상 4.5° 북상) 정도 북쪽으로 이동한 상태를 보이고 있다. 이는 북태평양고기압의 기압계 흐름이 정체된 가운데 가열된 공기가 쌓여 기온선이 평년보다 높게 형성되어 북쪽으로 한 것으로 분석된다. [그림 2]

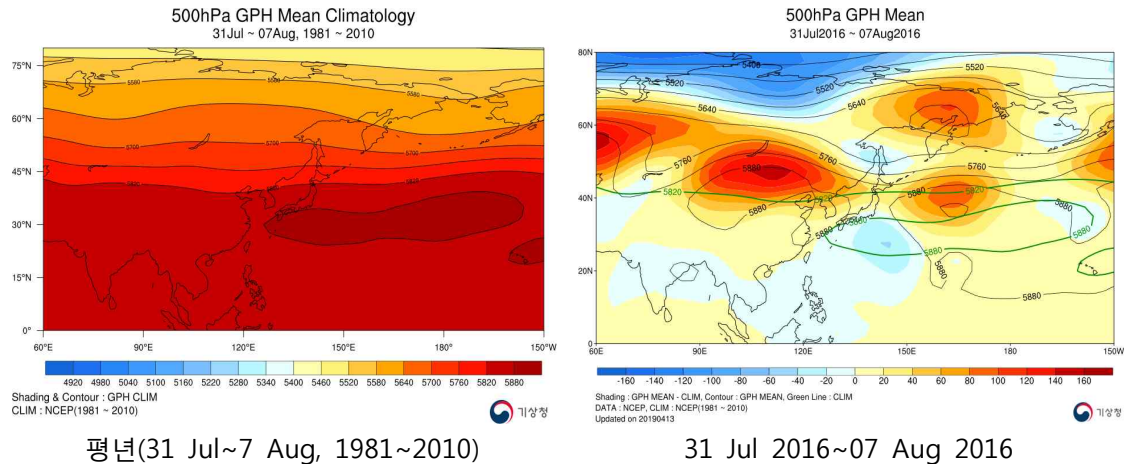


그림 5.47. 500hPa 고도장 평균 일기도

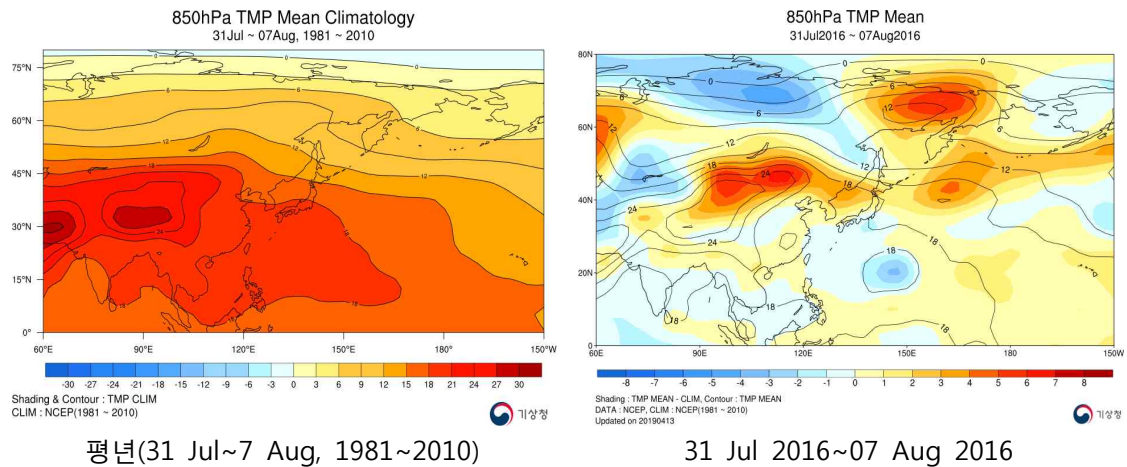
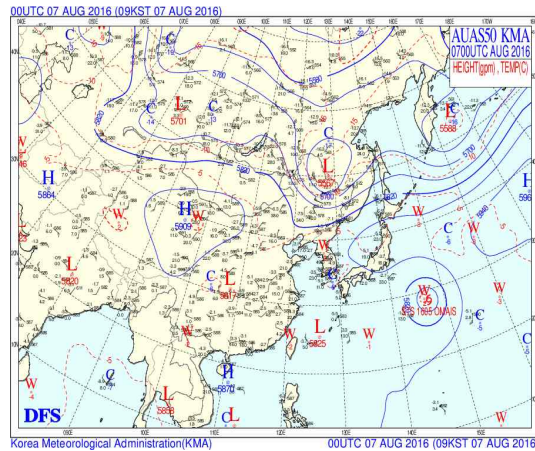


그림 5.48. 850hPa 기온장 평균 일기도

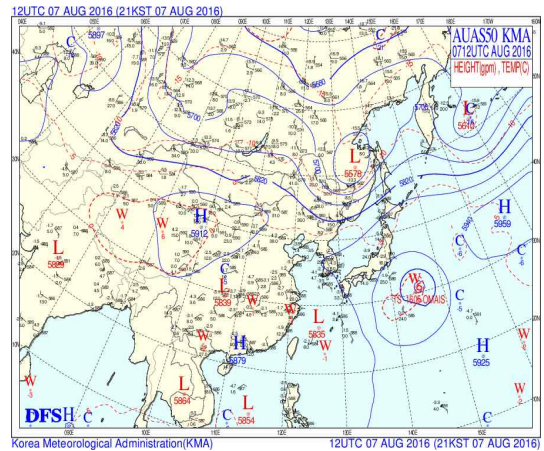
2) 종관일기도

(1) 500hPa 일기도

기압골이 동진하여 중국 북동지방에 놓여있는 가운데 5820gpm 등고선이 몽골 북쪽에서 네이 몽골을 지나 중국 북동지방에서 곡을 그린 후 연해주 동쪽에서 위도와 평행하게 놓여있다. 이 골의 남쪽 끝부분이 북한지방을 지나고 있으나, 중부지방의 불안정을 유도하기에는 약한 편이다. 일본 열도 남동쪽의 제5호 태풍 ‘오마이스’와 타이완 동쪽의 저기압은 북북서쪽으로 이동하고 있는 가운데, 5880gpm 등고선은 동해상에서 한반도 중부지방까지 확장하였다. 중국 북동지방으로 -10°C 이하의 한기를 동반한 저기압이 위치해 있고, -5°C 기온선은 몽골에서 중국 요녕성을 지나 동해 북부해상으로 온도골과 온도능이 파형을 이루며 놓여있고, 북태평양 고기압의 가장자리(5880gpm)를 따라 남동~남서기류의 난기가 한반도로 유입되고 있다. [그림 3]



500hPa 일기도(2016. 8. 7. 00:00UTC)

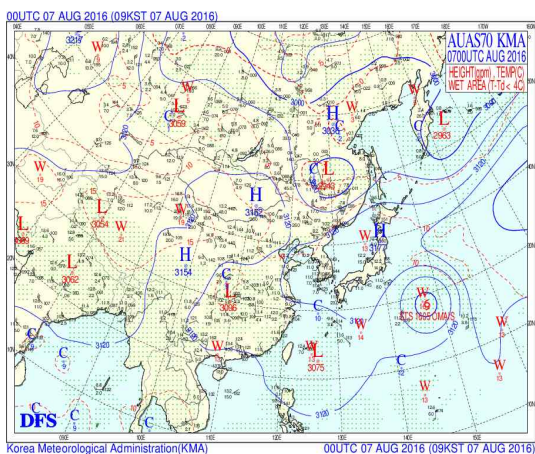


500hPa 일기도(2016. 8. 7. 12:00UTC)

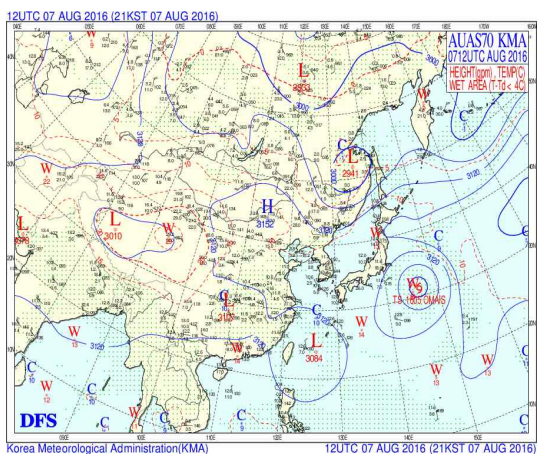
그림 5.49. 500hPa 일기도

(2) 700hPa 일기도

중국 북동지방에 저기압, 몽골에 고기압이 위치해 있는 가운데, 일본 열도 남동쪽의 제5호 태풍 ‘오마이스’와 타이완 동쪽의 저기압이 북북서쪽으로 이동하고 있다. 한반도는 타이완 동쪽의 저기압이 밀어올린 덥고 습한 공기가 동해상(일본 열도)에 위치한 고기압의 가장자리를 따라 한반도 중부지방으로 남서기류가 유입되고 있다. 타이완 동쪽의 저기압에 동반된 습윤역과 중국 중부지방의 저기압에 동반된 습윤역이 폭넓게 위치해 있고, 한반도는 고기압의 가장자리를 따라 남서기류가 유입되며 서해상과 한반도에 습윤역이 나타나고 있다. [그림 4]



700hPa 일기도(2016. 8. 7. 00:00UTC)



700hPa 일기도(2016. 8. 7. 12:00UTC)

그림 5.50. 700hPa 일기도

(3) 850hPa 일기도

타이완 동쪽의 저기압이 역회전하며 밀어올린 덥고 습한 공기가 동해상(일본 열도)의 고기압 가장자리를 따라 남~남서기류가 한반도 중부지방으로 유입되고 있다. 몽골 동쪽의 고기압 전면에서 발해만으로 남하하는 기류와 고기압의 가장자리를 따라 북상하는 남서기류가 만나는 한중 국경 부근과 요동 반도 부근으로 바람 쉬어가 형성되어 있으나 약한 편이다. 중국 북동지방에서 베이징으로 온도골이 형성되어 있는 가운데, 베이징에서 한중국경으로 18℃ 기온선이 놓여 있고, 24℃ warm이 동해상에 형성되어 있다. 한편 타이완 동쪽의 저기압이 밀어올린 남동기류가 동해상에 위치한 고기압의 가장자리를 따라 한반도로 남~남서풍이 유입되고 있다. 이로 인해 한반도는 난기가 축적되고 일사가 더해지며 폭염이 강화되고 있다. [그림 5]

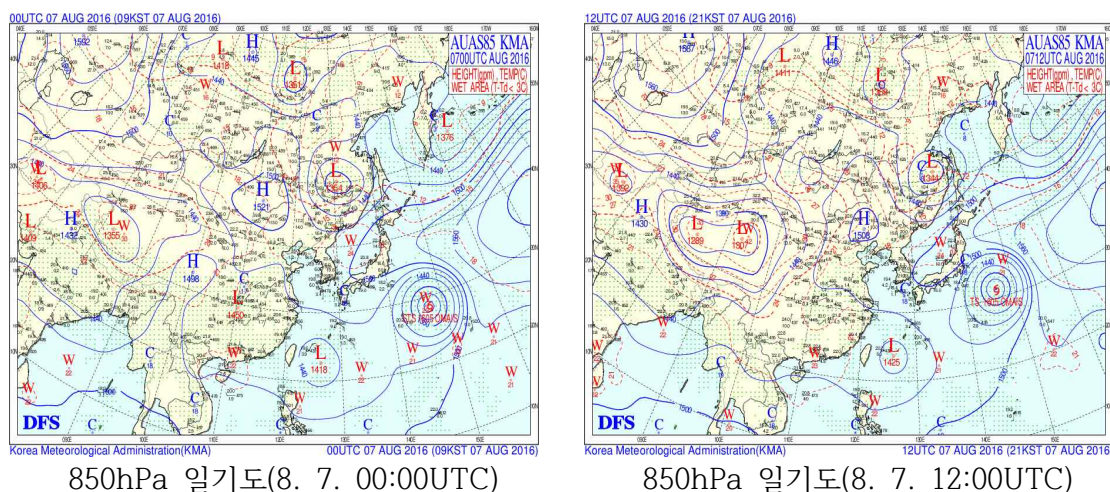
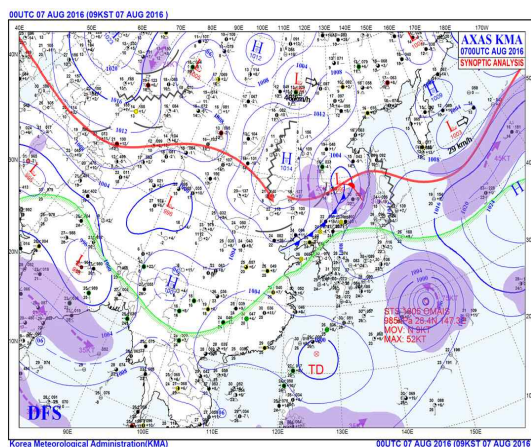


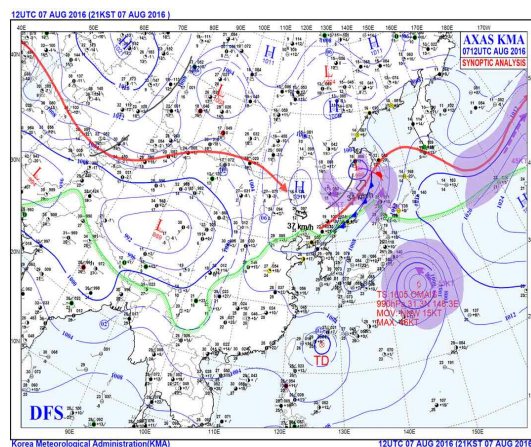
그림 5.51. 850hPa 일기도

(4) 지상 일기도

일본 열도 남동쪽의 제5호 태풍 ‘오마이스’와 타이완 동쪽의 TD(열대저압부)가 위치한 가운데 연해주의 저기압에 동반된 한랭전선의 끝부분이 요동반도 부근에 위치해 있다. 저기압에 동반된 한랭전선은 동진하며 북한지방에 영향을 줄 것으로 분석되고, 타이완 동쪽의 TD(열대저압부)에서 밀어 올린 난기가 동해상(일본 열도 동쪽)에 위치한 고기압의 가장자리를 따라 남풍기류가 한반도로 유입되고 있다. 이로 인해 한반도는 난기가 축적되고 일사가 더해져 기온이 상승하고 있다. [그림 6]



지상 일기도(2016. 8. 7. 00:00UTC)



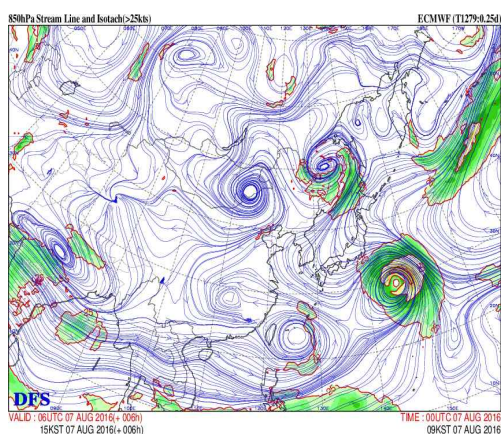
지상 일기도(2016. 8. 7. 12:00UTC)

그림 5.52. 지상 일기도

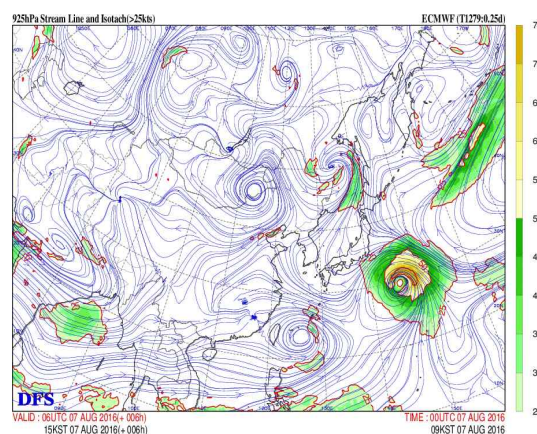
3) 보조일기도

(1) 850hPa, 925hPa 유선, 풍속

2016년 8월 7일 06UTC 유선장(850, 925hPa)을 보면 몽골 동쪽의 공기는 내몽골 (네이멍구 자치구)로 이동한 후 고기압성 흐름을 보이며 중국 북부 내륙으로 이동하는 흐름을 보이고 있으나, 동중국해의 무더운 남동풍계열의 바람이 제주도 부근 해상에서 남~남서풍계열의 바람으로 바뀌며 한반도로 유입되고 있다. 이로 인해 한반도는 남쪽의 더운 공기 유입과 일사까지 더해져 기온이 크게 상승하는 패턴의 유선 흐름을 나타내고 있다. [그림 7]



850hPa 일기도(2016. 8. 7. 06:00UTC)



925hPa 일기도(2016. 8. 7. 06:00UTC)

그림 5.53. 850hPa, 925hPa 유선, 풍속

(2) 850hPa, 925hPa 상세 바람장

2016년 8월 7일 06UTC 바람장(850, 925hPa)을 보면 고기압의 가장자리를 따라 제주도 남쪽 해상의 남동기류가 북쪽으로 이동하며 제주도 부근 해상에서 남풍으로

바뀌고 서해상에서 남서~서풍으로 바뀌며 덥고 습한 공기가 한반도로 계속 유입되고 있다. 850hPa에서 20℃ 기온선이 남해 동부해상에서 경상도를 지나 강원도로 이어져 있으나, 남~남서기류의 난기가 한반도로 계속 유입되고 있다. 925hPa에서는 충북 남부지역으로 26℃ 선이 지나고, 28℃ warm이 경상도에 형성되어 있는 가운데, 무더운 서풍이 한반도로 계속 유입되고 있다. 이로 인해 충북지방은 무더운 난기 이류와 일사 가열까지 더해져 높은 기온선을 보이고 있다.[그림 8]

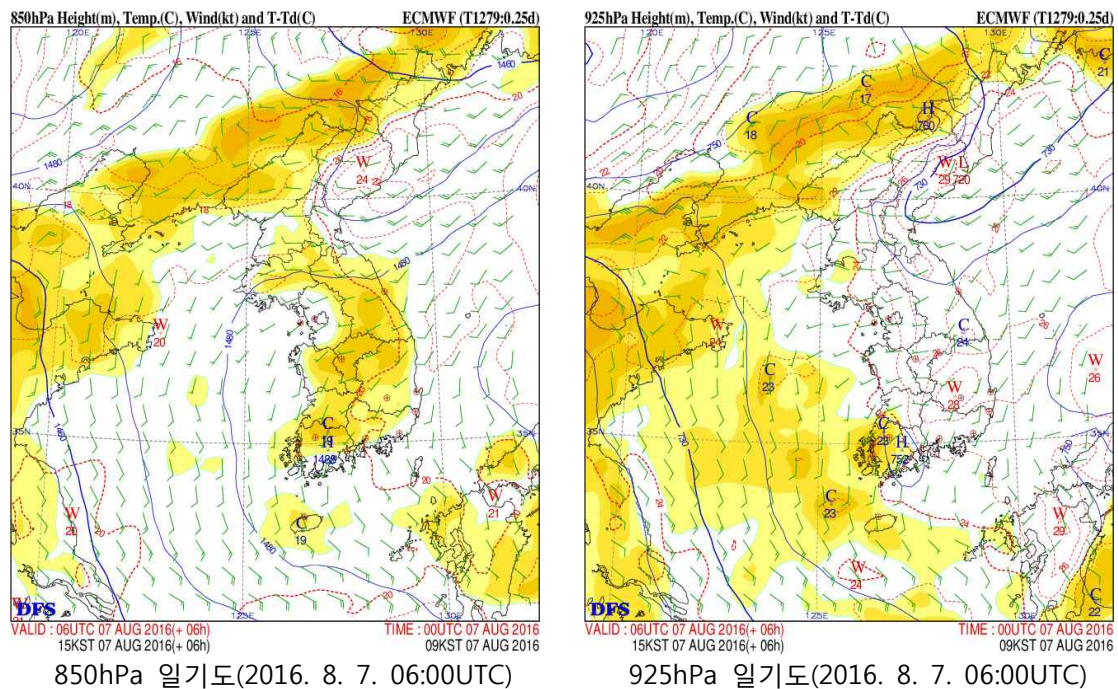


그림 5.54. 850hPa, 925hPa 상세 바람장

Ⅲ. 결론

○ 폭염의 통계적 분석

· 충북 남부지역의 2016년도 폭염 일수를 살펴본 결과 영동 34일, 옥천 26일, 보은 25일이 발생하였다. 첫 폭염은 7월 상순에 시작하여 8월 하순까지 이어지지만 8월 상순 중반에서 하순 중반에 주로 나타났다.

· 충북 남부지역의 2016년도 첫 폭염은 7월 17일을 전후하여 발생해 평년(충북 7월 25일)보다 8일 빨라졌고, 마지막 폭염은 8월 25일을 전후하여 해소가 되어 평년(충북 8월 10일)보다 15일 늦어졌다. 가장 길게 이어진 폭염 지속일은 영동이 23일간(8. 3.~8. 25.), 보은과 옥천이 22일간 이어졌다.

○ 동아시아 일기도

· 500hPa 고도장 평균 일기도

- 2016년도의 5820gpm 등고선은 평년에 비해 몽골 주위에서 위도상 12도 정도 북쪽으로 확장해 놓여있고, 태평양에서도 위도상 6도 정도 북쪽으로 확장해 놓여있다. 이는 몽골과 중국 북부지방 그리고 태평양으로 가열된 공기가 축적되어 고도장이 북쪽으로 확장한 것으로 보여진다. 또한, 북태평양고기압의 기압계 흐름이 정체된 가운데 몽골 및 중국 북부지방의 가열된 공기가 한반도 상공으로 유입되었고, 태평양에서도 가열된 공기가 쌓여 평년보다 고도장이 높게 형성되었다.

· 850hPa 기온장 평균 일기도

- 2016년도는 몽골에서 중국 북동지방을 지나 일본 혼슈 북쪽으로 18℃ 기온선이 평년보다 3℃(위도 4.5° 북상) 정도 북쪽으로 이동한 상태를 보이고 있다. 이는 중국 북부지방의 가열된 공기가 한반도 상공으로 유입되었고, 북태평양고기압의 기압계 흐름이 정체된 가운데 북태평양에서 쌓여 형성된 가열된 공기가 고기압의 가장자리를 따라 한반도 하층으로 유입되어 기온선이 평년보다 높게 형성되었다.

○ 종관 일기도

· 500hPa 일기도

- -5℃ 기온선은 몽골에서 중국 요녕성을 지나 동해 북부해상으로 온도골과 온도능이 파형을 이루며 놓여있고, 북태평양 고기압의 가장자리(5880gpm)를 따라 한반도로 남동~남서기류가 유입되었다.

· 850hPa 일기도

타이완 동쪽의 저기압이 역회전하며 밀어올린 덥고 습한 공기가 동해상(일본 열도)의 고기압 가장자리를 따라 남~남서기류가 한반도 중부지방으로 유입되었다. 이로 인해 한반도는 난기가 축적되고 일사가 더해지며 폭염이 강화되었다.

[참고 문헌]

2014년 예보전문과정 구미지역의 폭염 분석 - 이성희

2017년 충북지역 예보기술 모음집, 충북지방 폭염 분석 - 김응식

- 2016년 이상기후 보고서(여름철(6~8월) 폭염 및 열대야 발생)

제6장 폭염영향예보 만족도 조사

제1절 폭염 영향예보 정규서비스 만족도 결과

1. 요약

1. 서비스 접근성

- 서비스 받는 매체로는 문자서비스가 전체 응답자의 52%로 가장 높았으며, 접근성이 가장 뛰어난 매체 또한 응답자의 74%가 문자서비스를 꼽았음
- 서비스의 이용 목적으로는 온열질환 예방(28%) > 폭염 전망 확인(16%)농업분야 종사 안전재해 예방(15%) > 폭염 대응 활동(14%) 순으로 나타남

2. 매체별 업무활용도

- 기상청홈페이지(PC, 모바일) 서비스 수신 경험자는 전체 응답자의 79%이며, 업무활용도가 높다는 응답자는 93%임
 - 서비스 활용 분야는 폭염영향전망(24%) > 영향 분야별 위험수준과 대응요령(19%) 순으로 정보가 유용하다고 나타남.
 - 업무 활용도가 높지 않은 이유로는 일방적인 통보형식(34%) > 지역적 특성을 반영하지 못한 영향정보(19%) 순으로 나타남
- 문자서비스 수신 경험자 전체 응답자의 98%이며, 업무에 활용을 하고 있다는 답변은 전체 응답자의 89%로 나타남
 - 활용 분야로는 폭염 영향위험 수준(62%) > 위험 수준별 대응 요령(36%)로 나타남.
 - 업무 활용도가 높지 않은 이유로는 상세한 재해 대응요령 부족이 26%였음
- 유튜브나 방송으로 전달되는 서비스의 구성은 응답자의 85%가 적절하다고 답하였으며, 서비스의 업무활용도가 높지 않은 이유에 대해서는 24%가 지역적 특성을 반영하지 못한 영향정보를 꼽았음

3. 취약계층으로의 전달정도

- 응답자의 80%가 폭염영향정보를 취약계층에게 전달하는 것으로 나타났으며, 그 빈도는 모든 영향예보 정보라는 답변이 49%, 중요한 정보로 판단되는 정보만 전달하는 답변이 34%임.

4. 서비스 유용성

- 가장 유용한 정보로 응답자의 43%가 폭염영향 전망을 꼽았으며, 위험 수준에 따른 대응 요령의 적절성에 대해서는 70%가 적절하다고 응답
- 특보와의 차별성에 대해서는 전체 응답자의 46%는 보통, 32%는 차별화 되었다고 응답. 18%는 차별화되지 않았다고 응답하여 차별화에 대한 대안 필요
- 재해 대응 측면에서 폭염 영향예보 서비스는 ‘도움이 된다’ 이상 답변이 82%로 나타남

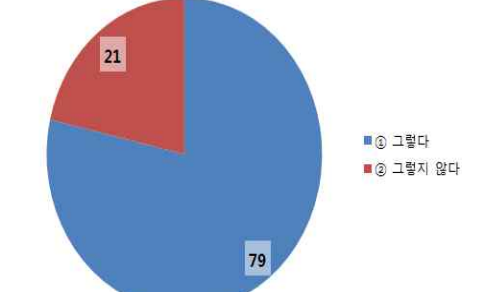
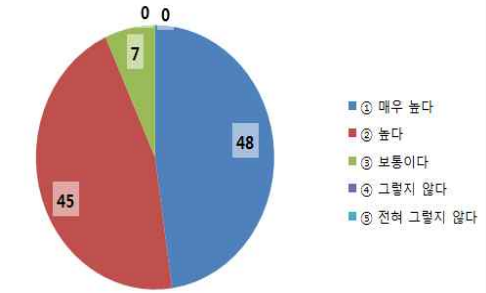
5. 서비스 개선사항

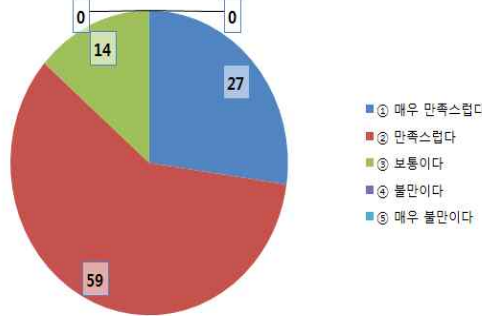
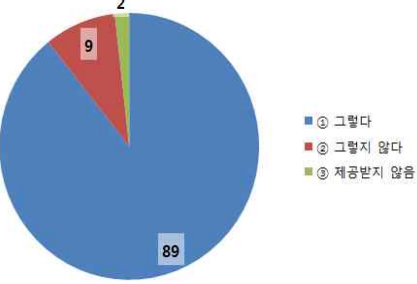
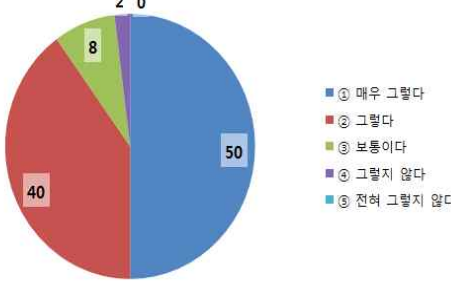
- (객관식) 지역별로 차별화된 정보, 관련 정부기관간 협업체계 개선이 각각 28%, 폭염 영향예보의 정확도 향상이 19%로 나타남
- (서술형) ① 서비스 홍보 강화 및 정확도 향상 ② 시군별 차별화된 정보 ③ 정보 전달의 신속성 ④ 서비스 분야 및 대상 확대 ⑤ 서비스 내용의 내실화 등에 대한 다양한 의견이 제시됨

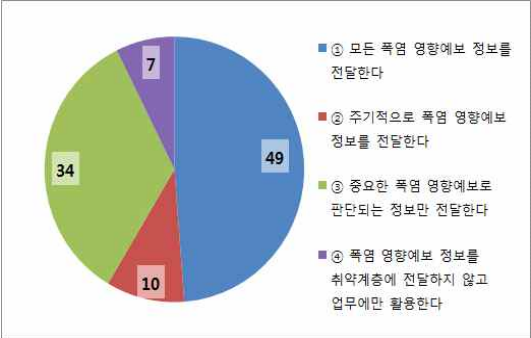
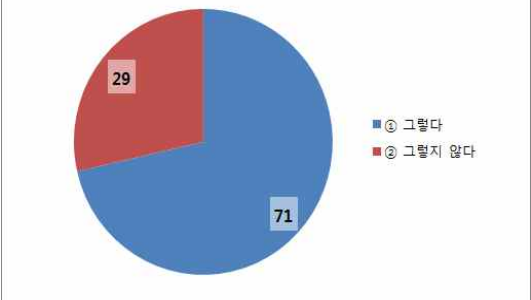
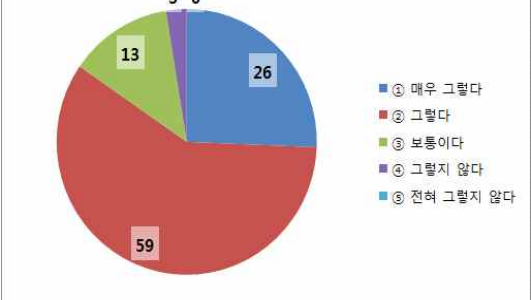
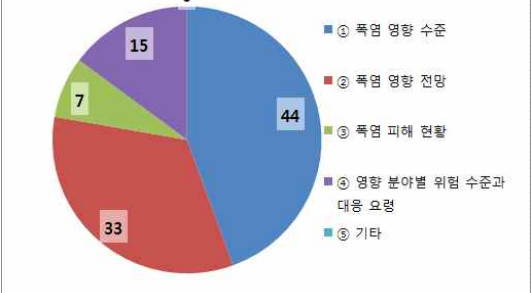
6. 서비스 실제 활용

- (정책) 폭염특보로 인한 상황판단 회의자료 작성, 지역 폭염 대책 업무 활용
- (정보 전달) 마을 농민에 문자 및 마을 방송으로 통보, 취약계층 대상 안내 주의 당부 및 홍보, 우리지역의 위험 시 문자 전송, 가정에 정보 공유, 가정통신문 또는 SNS를 통해 기온에 따른 변동 상황 소통 등

2. 만족도 정리

1	귀하는 폭염 영향예보 서비스를 어떤 목적으로 사용하고 계십니까?	2	폭염 영향예보 서비스를 주로 어떠한 매체를 통해 사용하고 계십니까?
			
3	그 중에서 폭염 영향예보 서비스에 대한 접근성이 가장 뛰어난 것은 무엇이라고 생각하십니까?	4	기상청 홈페이지(PC 또는 모바일)를 통해 폭염 영향예보 서비스를 제공 받은 적이 있다면 답변 부탁드립니다. 귀하의 업무에 직접 활용하는지?
			
5-1	그렇다면, 폭염 영향예보 서비스가 귀하의 업무에 활용되는 정도를 말씀해 주십시오.	5-2	폭염 영향예보 서비스 중 어떠한 정보가 유용하게 활용되었습니까?
			
5-3	실제 업무에 활용한 사례를 간단하게 기술해 주시길 바랍니다. (정책) 폭염특보로 인한 상황판단 회의자료 작성, 지역 폭염 대책 업무 활용 (홍보) 마을 농민에 문자 및 마을 방송으로 통보, 취약계층 대상 안내 주의 당부 및 홍보 노약자나 노인들 대피시키고 농사일을 중단시킨다. 등 다수의 의견		

5-4	업무 활용도가 높지 않다면 그 이유는 무엇이라고 생각하십니까?	5-5 기상청 홈페이지(PC 또는 모바일)에서 제공하는 폭염 영향예보의 위험 수준 색 표시, 대응요령 아이콘(이미지) 표출 등의 정보전달 방법
		
6	폭염 영향예보 서비스 정보를 문자 서비스로 제공 받은 적이 있으시면 답변 부탁드립니다. 귀하의 업무에 직접 활용하고 계십니까?	6-1 문자 서비스의 폭염 영향 정보를 자주 활용하십니까?
		
6-2	문자서비스 정보 중에서 귀하의 업무에 주로 활용하는 부분을 말씀해주세요.	6-3 귀하가 '지방자치단체 취약계층 관리자'인 경우 폭염 영향 정보를 담당하는 취약계층까지 전달하고 계십니까?
		

6-4	그렇다면, 얼마나 자주 정보를 전달하고 계십니까?	6-6 업무 활용도가 높지 않다면, 그 이유는 무엇이라고 생각합니까?
	 ① 모든 폭염 영향예보 정보를 전달한다 ② 주기적으로 폭염 영향예보 정보를 전달한다 ③ 중요한 폭염 영향예보로 판단되는 정보만 전달한다 ④ 폭염 영향예보 정보를 취약계층에 전달하지 않고 업무에만 활용한다	 ① 이해하기 어려운 문자 메시지 정보 ② 업무 활용에 필요한 정보 불충분 ③ 지역적 특성을 반영하지 못한 영향정보 ④ 상세한 재해 대응요령 부족 ⑤ 일방적인 통보 형식 ⑥ 기타
6-5	실제 업무에 활용한 사례를 간단하게 기술해 주십시오. (통보 및 소통에 활용) 우리지역의 위험 시 문자 전송, 마을 주민에 문자 및 방송으로 통보, 가정에 정보 공유, 가정통신문 또는 SNS를 통해 기온에 따른 변동상황에 대해 소통을 함, 노인 활동기간 변경, 노약자나 노인들의 외출을 자제시킨다.	
7	폭염 영향예보 서비스를 유튜브나 방송을 통해 제공 받은 적이 있으시면 답변 부탁드립니다. 귀하의 업무에 직접 활용하고 계십니까?	7-1 방송을 통해 전달되는 폭염 영향예보 서비스의 내용이나 구성이 적절하다고 생각하십니까?
	 ① 그렇다 ② 그렇지 않다	 ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다
7-2	업무에 활용도가 높았다면 어떠한 정보가 유용하게 활용되었습니까?	7-4 업무 활용도가 높지 않다면, 그 이유는 무엇이라고 생각합니까?
	 ① 폭염 영향 수준 ② 폭염 영향 전망 ③ 폭염 피해 현황 ④ 영향 분야별 위험 수준과 대응 요령 ⑤ 기타	 ① 기존 기상 예특보 방송과 유사 ② 폭염 영향 전망에 대한 불충분 설명 ③ 업무 활용에 필요한 정보 불충분 ④ 지역적 특성을 반영하지 못한 영향정보 ⑤ 상세한 재해 대응요령 부족 ⑥ 일방적인 통보 형식 ⑦ 기타

7-3	실제 업무에 활용한 사례를 간단하게 기술해 주시길 바랍니다. (생활, 생계, 업무 계획 시 활용 및 취약계층 통보에 활용) 어린이 야외활동시 기준, 방송 및 문자를 보고 내일 할 일을 계획, 농업에 중요한 정보, 독거어르신과 들 밭에 나가시는 어르신께 폭염특보를 사전에 통보하여 감사함을 전달받았다.
8	폭염 영향예보 서비스에서 가장 유용한 정보는 무엇입니까?
9	폭염 영향예보 서비스에서 영향 분야별 위험 수준에 따른 대응요령이 적절하다고 생각하십니까?
9-1	적절하지 않다면 그 이유는 무엇입니까?
10	폭염 영향예보 서비스를 기상특보와 비교할 때 차별점이 있다고 생각하십니까?
11	재해 대비 및 대응 측면에서 기상청에서 제공하는 '폭염 영향예보 서비스'가 귀하의 업무에 도움이 된다고 생각하십니까?
12	'폭염 영향예보 서비스 활성화'를 위해 개선되어야 할 항목을 선택해 주십시오.(중복선택 가능)

‘폭염 영향예보 서비스 활성화’를 위해 개선할 점에 대한 추가 의견이 있으면 자유롭게 기술하여 주십시오.

· (홍보 강화 및 정확도 향상 요구)

- 폭염 영향예보 서비스 활성화를 하려면 홍보 등을 더 해야 할 것 같고, 기온 예보의 정확도가 향상된다면 대응은 지자체나 관련부서에서 활용도 제고 가능
- 지역별 정확한 정보 및 예보의 정확성 요구

· (시군별 차별화된 정보) 시군별로 조금만 더 차별화된 정보 요구

· (쉬운 정보) 전문적인 용어 사용 자제로 쉬운 말로 순화 및 다양한 정보 기재

· (정보 전달의 신속성)

- 신속하게 대응할 정보를 얻을 수 있는 매체로의 발전

· (활용도 제고) 서비스는 좋아요 활용도가 낮을 뿐

· (분야 확대) 보건 복지 분야별 필요

· (서비스 대상 확대)

- 전 국민이 다 받아볼 수 있으면 좋겠음
- 다양한계층의 전달력 활성화

· (서비스 내용 내실화)

- 조금 더 구체적으로 안내
- 체감할 수 있는 정보와 공직자들의 열정 필요
- 취학 계층 즉 그늘이나 물 등으로 폭염을 이겨야하는데 그도 여의치 않은 계층을 위한 구체적 대응
- 장기적인 예보와 지역특성에 맞는 대응 방안을 홍보
- 시간별로 폭염 단계 안내
- 폭염의 연속일 때 언제쯤이면 끝나겠다는 자세하고 세밀한 날씨뉴스

· (활용 만족 의견)

- 항상 바쁘기 때문에 저녁에는 일기예보. 현장에서는 문자예보가 많은 도움
- 문자서비스 이용 및 도움됨. 업무의 활용도에 도움이 많이 됨

PART Ⅱ 한파 영향예보

제1장 서론

충북지역의 과거 1989년부터 2018년까지의 겨울철 기온을 분석한 결과 최저 평균기온은 거의 변동이 없는 추세를 보이고 있다. 하지만 겨울철 한파발생 일수는 점차 상승하는 추세를 보인다.

표 1.1 충북 겨울철 한파 발생일수

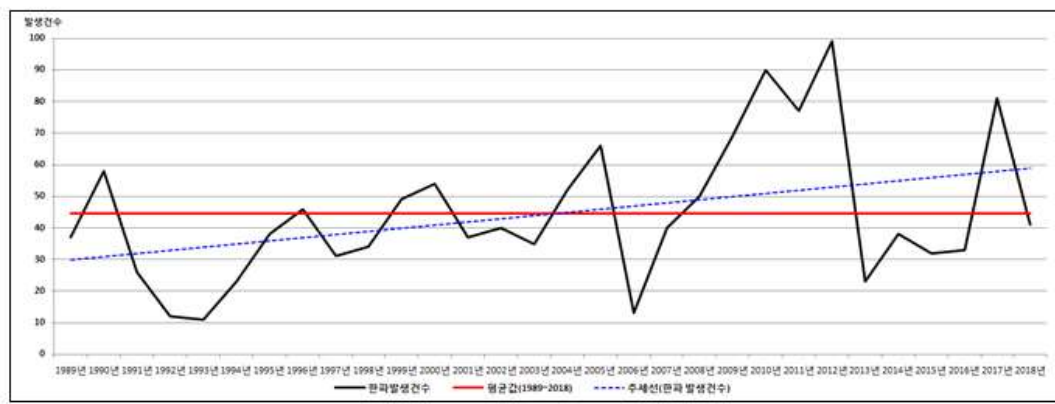


표 1.2 (10년 단위) 겨울철 월별 한파 발생현황



최근 7년간 충북지역의 한랭질환자 발생 추이를 보면 2013년에 10명 이하로 가장 적었으며 이후 30명 내외를 보이다 2018년에 34명으로 가장 많았다. 지역별로는 청주시가 압도적으로 많은데, 이는 많은 인구로 인해 환자수도 많은 것으로 보인다.

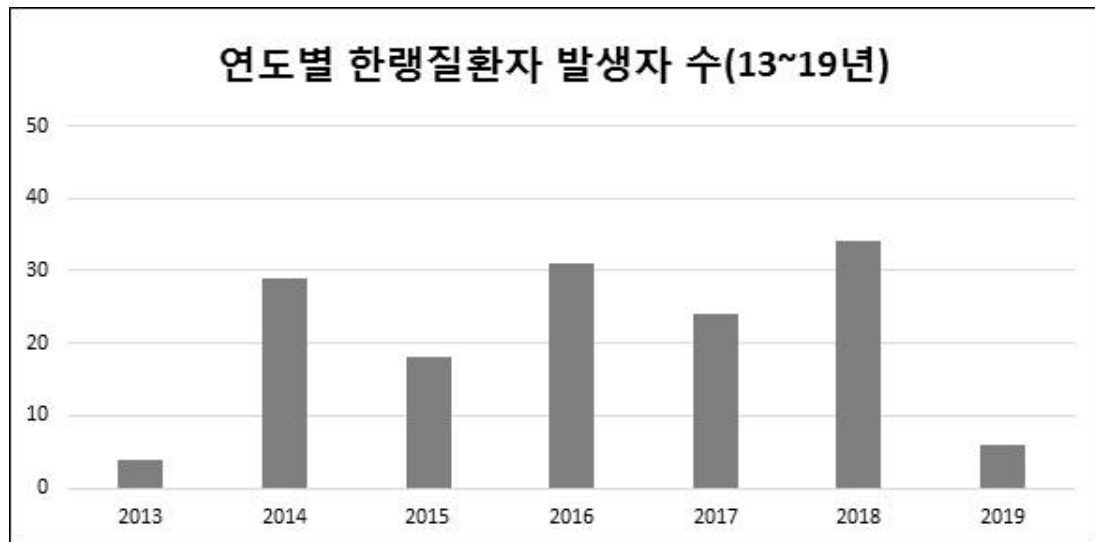


그림 1. 1 충북지역 연도별 한랭질환자 발생수

또한 한파피해는 최저기온의 지속일수가 많은 영향을 주어, 충북 28개 지점의 아침최저기온과 한파영향예보의 위험수준 별 지속일수를 분석하여 한파영향예보 생산 시 참고 할 예정이다.

제2장 충북지역 한파·기온 변화 경향

제1절 충북지역 겨울철 기온 변화 경향

1. (연별) 겨울철 최저기온

충청북도의 한파 변화 경향을 분석하기 위해 연별(1989~2018년) 겨울철(12~2월) 최저기온을 조사하였다. 분석된 자료는 자료의 연속성을 고려하여 충청북도 기상관서(청주, 충주, 제천, 보은) 지점을 활용하였고, 추풍령지점은 고도가 높은 산지(243.7m)라 제외 하였다.

연별 겨울철 최저기온 변화 경향은 아래 그림과 같다.

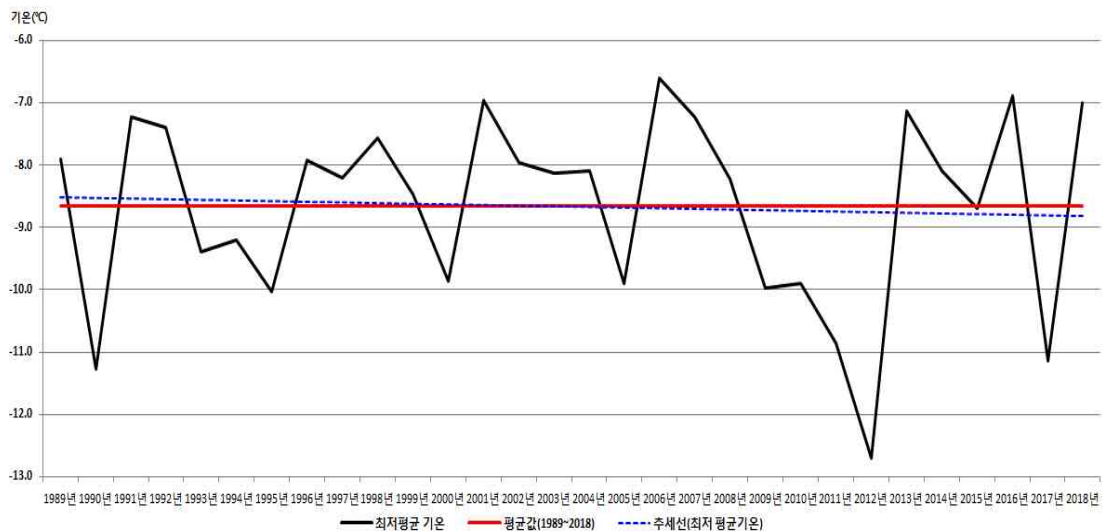


그림 2.1. 충북지역 연별 겨울철 최저기온 평균

최저기온 최고기록은 -6.6°C (2006년)로 가장 높았으며, -6.9°C (2016년), -7°C (2001년) 순으로 최저기온이 높았다. 최저기온 최저기록은 -12.7°C (2012년)로 가장 낮았으며, -11.3°C (1990년), -11.1°C (2017년)순으로 기온이 낮았다.

최근 30년간(1989~2018년) 겨울철 최저기온은 거의 변동 없는 추세를 보이고 있다.

제2절 충북지역 한파 변화 경향

1. (연별) 한파 발생건수

충북지역의 한파발생(아침 최저기온 -12°C 이하 일)건수를 분석하기 위해 최근 30년간 충북 기상관서 4지점을 중심으로 분석해 보았으며, 결과는 아래 그림과 같다.

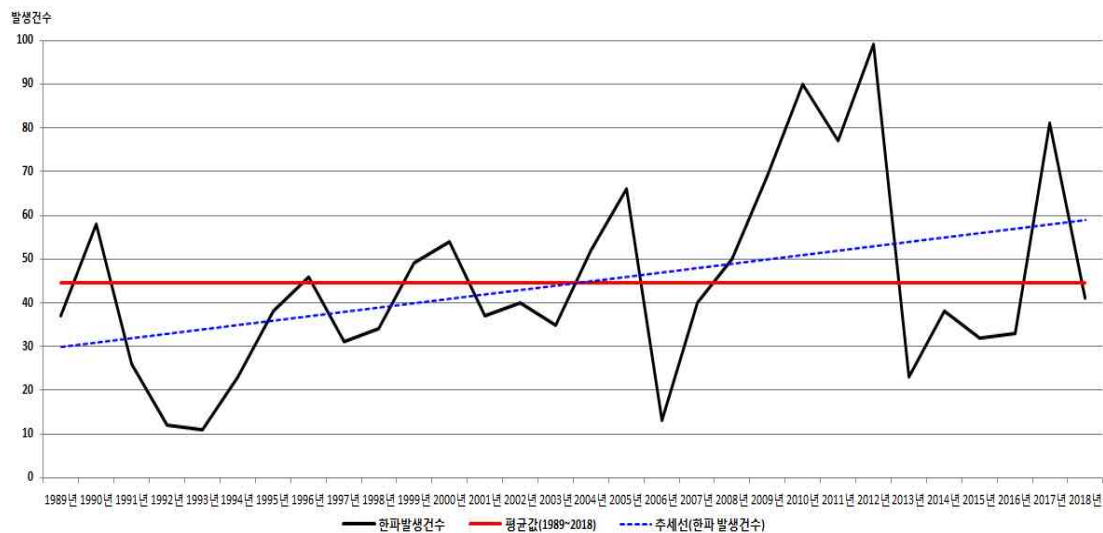


그림 2.2. 충북지역 연간 한파 발생건수

충북지역의 최다 한파 발생건수는 99건(2012년)이며, 96건(2010년), 81건(2017년) 순으로 많이 발생하였다. 충북지역 한파의 평균적인 발생건수는 45건 정도이며, 최근 30년간 한파발생은 점차 증가하는 추세를 보이고 있다.

또한 10년 단위로 월별 한파발생 현황을 알아보았으며, 결과는 아래 그림과 표와 같다.

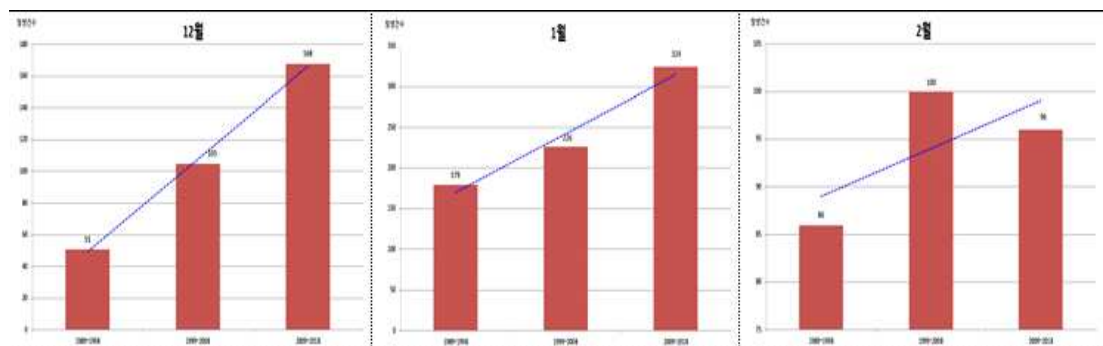


그림 2.3. 충북지역 월별 한파 발생현황(10년 단위)

12월~2월 모두 한파 발생일이 점차 상승하는 추세이며, 12월의 상승폭이 가장 컸다.

표 2.1. 충북지역 월별 한파발생 현황(10년 단위)

	12월		1월		2월	
	발생 일수	비율 (%)	발생 일수	비율 (%)	발생 일수	비율 (%)
'89~'98	51	16.1	179	56.6	86	27.2
'99~'08	105	24.4	226	52.4	100	23.2
'09~'18	168	28.6	324	55.1	96	16.3

월별 한파발생 비율이 1월 > 2월 > 12월 순으로 발생하다가 최근 10년간('09~'18년) 1월 > 12월 > 2월 순으로 발생 했다. 최근 한파발생일이 빨라지고 있다.

이와 같이 충북지역은 최근 들어 한파발생이 점차 증가 하고 있다. 이에 충북지역의 아침 최저기온 극값 현황 및 최근 10년간 연도별 한파일수, 2018년도의 충북 지역별 한파일수를 아래의 표에 나타내었다.

표 2.2. 충북 11개 시·군 아침 최저기온 극값 순위('19년 2.28. 기준)

지점	1위	2위	3위	4위	5위	기간
청주	-26.4 ('69.2.6)	-24.1 ('67.1.4)	-23.7 ('67.1.16)	-23.2 ('71.1.5)	-23.0 ('74.1.25)	1967년~
충주	-28.5 ('81.1.5)	-27.9 ('81.1.6)	-27.9 ('81.1.4)	-26.2 ('74.1.25)	-26.0 ('84.1.5)	1972년~
제천	-27.4 ('81.1.4)	-27.2 ('81.1.6)	-27.2 ('81.1.5)	-26.0 ('01.1.16)	-26.0 ('86.1.5)	1972년~
보은	-25.4 ('74.1.24)	-25.3 ('81.1.17)	-25.0 ('74.1.25)	-24.8 ('81.1.27)	-24.2 ('74.1.26)	1972년~
영동	-21.5 ('13.1.4)	-20.6 ('05.12.18)	-19.6 ('13.1.5)	-19.5 ('13.1.13)	-19.4 ('01.1.15)	1997년~
옥천	-20.6 ('05.12.18)	-19.9 ('13.1.4)	-19.3 ('13.1.5)	-18.8 ('10.1.14)	-18.3 ('01.1.15)	1997년~
증평	-21.2 ('13.1.4)	-20.4 ('18.1.12)	-20.4 ('13.1.3)	-20.1 ('11.1.16)	-20.0 ('13.1.5)	1998년~
진천	-25.9 ('00.3.22)	-21.1 ('01.1.15)	-20.6 ('13.1.4)	-20.3 ('01.1.16)	-20.1 ('13.1.3)	1998년~
괴산	-24.9 ('13.1.4)	-23.9 ('13.1.3)	-23.4 ('13.1.5)	-23.3 ('12.2.2)	-22.6 ('18.1.12)	1997년~
음성	-24.8 ('13.1.4)	-24.2 ('13.1.3)	-23.3 ('13.1.5)	-23.2 ('01.1.15)	-22.9 ('12.2.2)	1998년~
단양	-21.6 ('01.1.15)	-21.1 ('13.1.4)	-21.1 ('01.1.16)	-20.7 ('12.2.3)	-20.1 ('13.1.5)	1998년~

표 2.3. 충북 11개 시·군 연도별 겨울철 평균기온 및 아침최저기온(최근 10년)

지점		'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	기간
청주	평균기온	-0.4	-1.4	-1.1	-1.9	1.4	0.4	0.6	0.8	-1.4	0.7	1967년~
	최저기온	-15.1	-15.5	-15.2	-16.9	-9.7	-10.8	-16.3	-11.1	-15.8	-11.6	
충주	평균기온	-2.2	-3.3	-2.5	-3.8	-0.6	-1.6	-0.7	-0.7	-3.3	-1.3	1972년~
	최저기온	-21.4	-19.3	-20.7	-21.7	-13.0	-14.2	-17.0	-16.0	-19.2	-14.8	
제천	평균기온	-4.1	-5.0	-4.4	-5.4	-2.3	-3.3	-2.3	-2.2	-4.9	-2.7	1972년~
	최저기온	-25.9	-23.2	-25.9	-25.6	-16.4	-20.5	-20.7	-18.9	-21.3	-17.2	
보은	평균기온	-2.1	-3.4	-2.9	-3.7	-0.6	-1.7	-0.6	-0.7	-3.0	-1.1	1972년~
	최저기온	-19.7	-20.2	-21.9	-22.0	-13.8	-15.0	-18.2	-16.9	-19.7	-15.7	
영동	평균기온	-1.5	-2.7	-2.4	-3.3	-0.4	-0.7	0.3	0.1	-2.1	-0.5	1997년~
	최저기온	-18.2	-17.0	-17.6	-21.5	-14.8	-13.5	-17.0	-14.2	-17.8	-15.1	
옥천	평균기온	-2.1	-2.3	-1.9	-2.9	0.6	-0.2	0.6	0.4	-2.1	-0.4	1997년~
	최저기온	-18.8	-16.6	-16.9	-19.9	-12.4	-11.9	-17.3	-13.4	-17.5	-13.7	
증평	평균기온	-2.6	-3.2	-2.5	-3.5	-0.3	-1.2	-0.4	-0.6	-3.1	-0.5	1998년~
	최저기온	-18.7	-20.1	-19.5	-21.2	-13.2	-13.7	-16.5	-16.0	-20.4	-13.7	
진천	평균기온	-2.3	-3.2	-2.6	-3.8	-1.1	-1.3	-0.5	-0.4	-2.6	-0.6	1998년~
	최저기온	-19.5	-19.5	-18.8	-20.6	-13.4	-13.6	-18.3	-14.8	-19.0	-13.9	
괴산	평균기온	-2.7	-4.2	-3.5	-4.6	-1.2	-2.3	-1.2	-1.5	-3.9	-2.1	1997년~
	최저기온	-20.7	-22.5	-23.3	-24.9	-14.7	-15.5	-19.1	-18.3	-22.6	-16.4	
음성	평균기온	-3.1	-4.2	-3.8	-4.8	-1.2	-2.3	-1.3	-1.4	-3.7	-2.0	1998년~
	최저기온	-22.9	-21.3	-22.9	-24.8	-14.1	-17.3	-18.9	-18.7	-22.7	-16.3	
단양	평균기온	-2.3	-3.1	-2.8	-3.6	-0.8	-1.7	-0.7	-0.6	-3.2	-1.0	1998년~
	최저기온	-19.4	-19.0	-20.7	-21.1	-12.9	-13.9	-17.3	-14.8	-18.2	-14.0	

※ 빨간색 표기: 최근 10년간 1위 값

표 2.4. 충북 지역별 겨울철 한파 일수 순위(최근 10년)

지점	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	기간
청주	5	6	2	11	0	0	3	0	6	0	1967년~
충주	15	24	16	29	2	6	7	7	21	8	1972년~
제천	34	39	35	34	15	24	14	16	33	23	1972년~
보은	14	27	24	25	6	8	8	10	21	10	1972년~
영동	16	27	15	22	6	3	4	7	17	8	1997년~
옥천	19	21	9	20	1	0	4	5	15	2	1997년~
증평	18	30	18	25	3	5	8	9	24	5	1998년~
진천	17	31	19	27	4	3	8	7	18	6	1998년~
괴산	24	36	32	34	9	14	14	15	26	22	1997년~
음성	31	35	30	34	10	15	13	16	26	20	1998년~
단양	13	23	16	24	5	7	8	6	17	6	1998년~

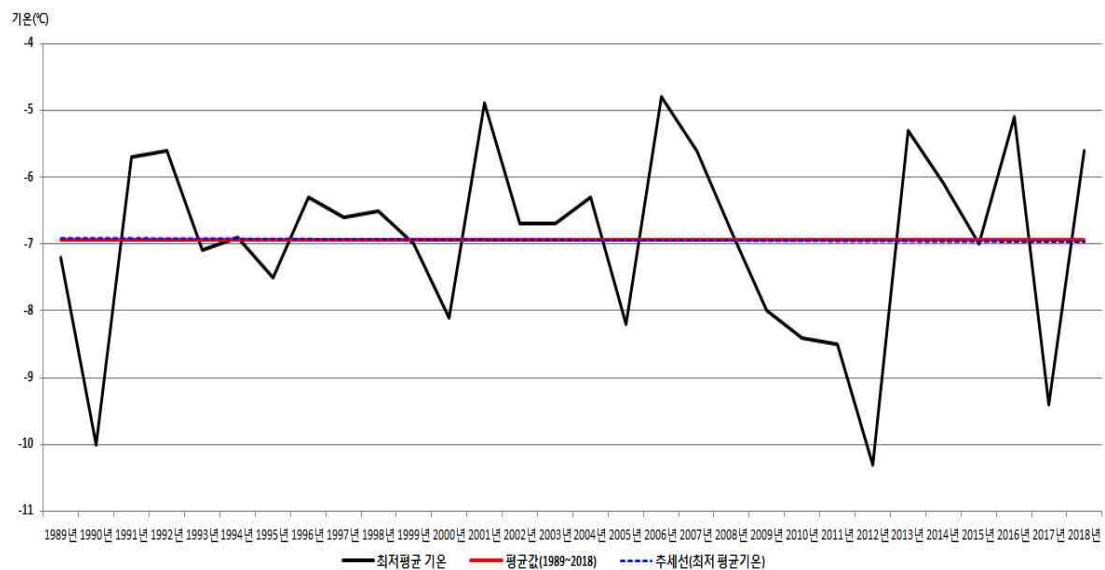
※ 빨간색 표기: 최근 10년간 1위 값

제3절 충북지역 한파 및 최저기온 변화 경향

1. (연별) 최저 평균기온 및 한파일수

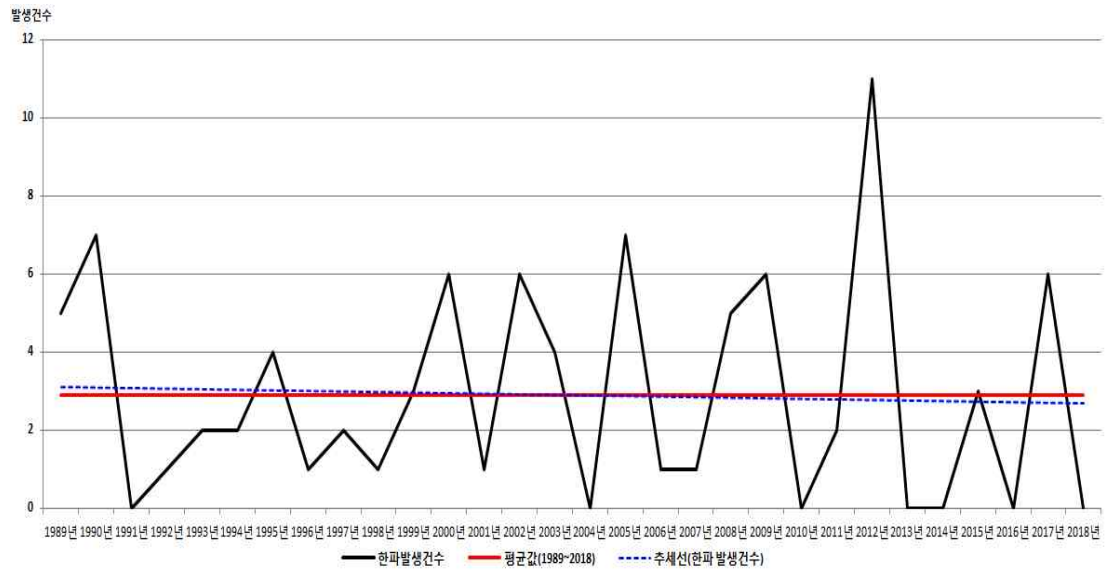
충북 11개 시·군의 한파 발생건수 및 최저 평균기온을 분석하기 위해 최근 30년간 연별 최저평균기온과 한파일수를 아래 그림에 나타내었다

1. 청주시



- 최저 평균기온 최고기록은 -4.8°C (2006년) > -4.9°C (2001년) > -5.1°C (2016년)순 임
 - 최저 평균기온 최저기록은 -10.3°C (2012년) < -10.0°C (1990년) < -9.4°C (2017년)순 임
- ☞ 30년간('89~'18) 겨울철 최저 평균기온이 거의 변동 없는 추세

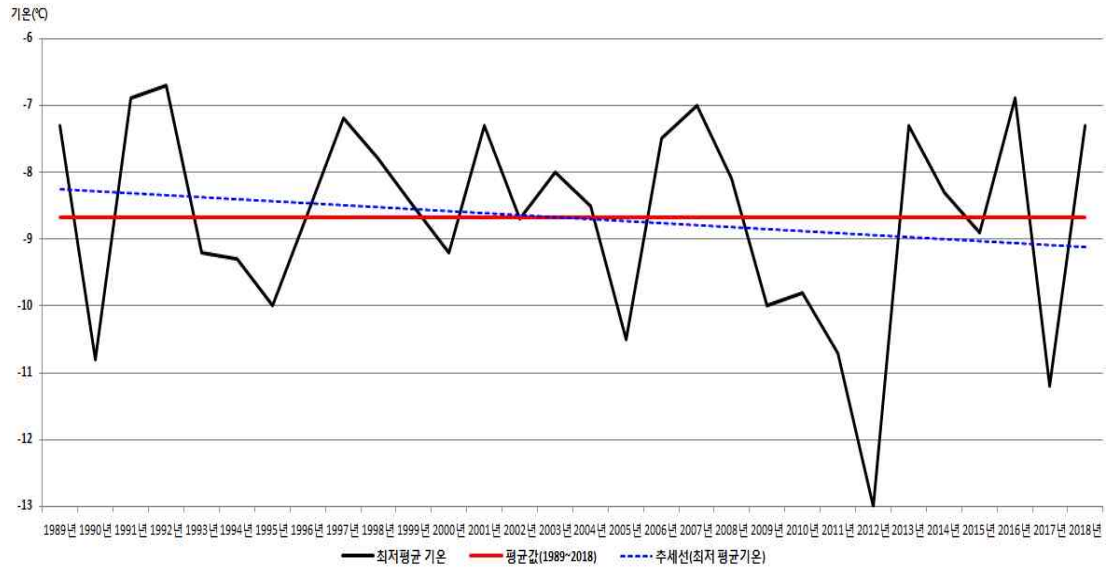
그림 2.4. 청주시 연별 최저기온 평균('89~'18)



- 최다 한파 발생일수는 11일(2012년) > 7일(1990년) > 6일(2000년) = 6일(2002년)순
- ☞ 30년간('89~'18) 한파 발생일수가 거의 변동 없는 추세

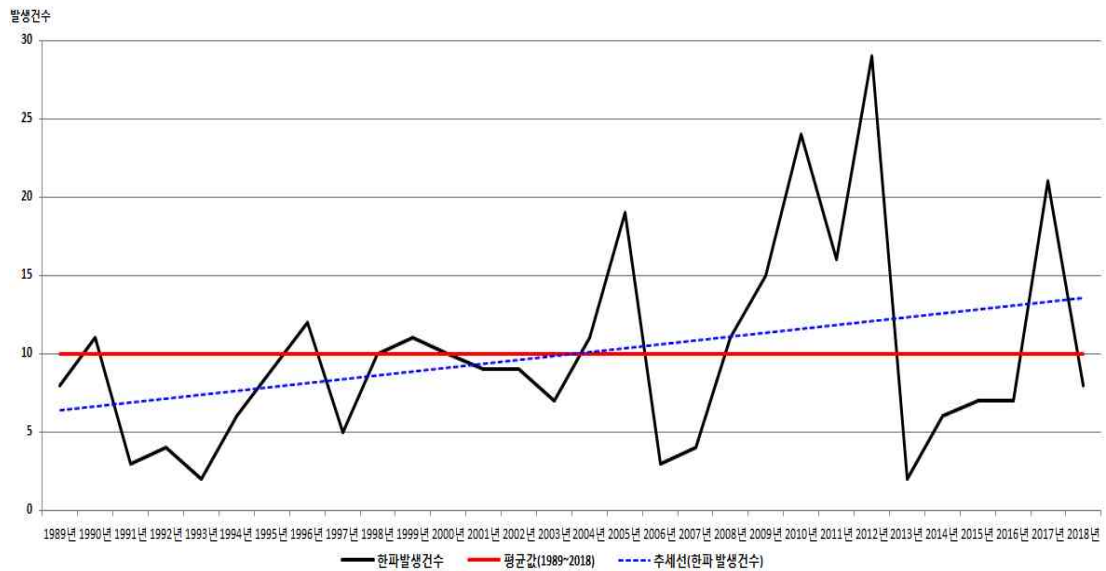
그림 2.5. 청주시 연별 한파일수('89~'18)

2. 충주시



- 최저 평균기온 최고기록은 -6.7°C (1992년) > -6.9°C (1991년) = -6.9°C (2016년)순 임
- 최저 평균기온 최저기록은 -13.0°C (2012년) < -11.2°C (2017년) < -10.8°C (1990년)순 임
- ☞ 30년간('89~'18) 겨울철 최저 평균기온이 점차 소폭 하락하는 추세

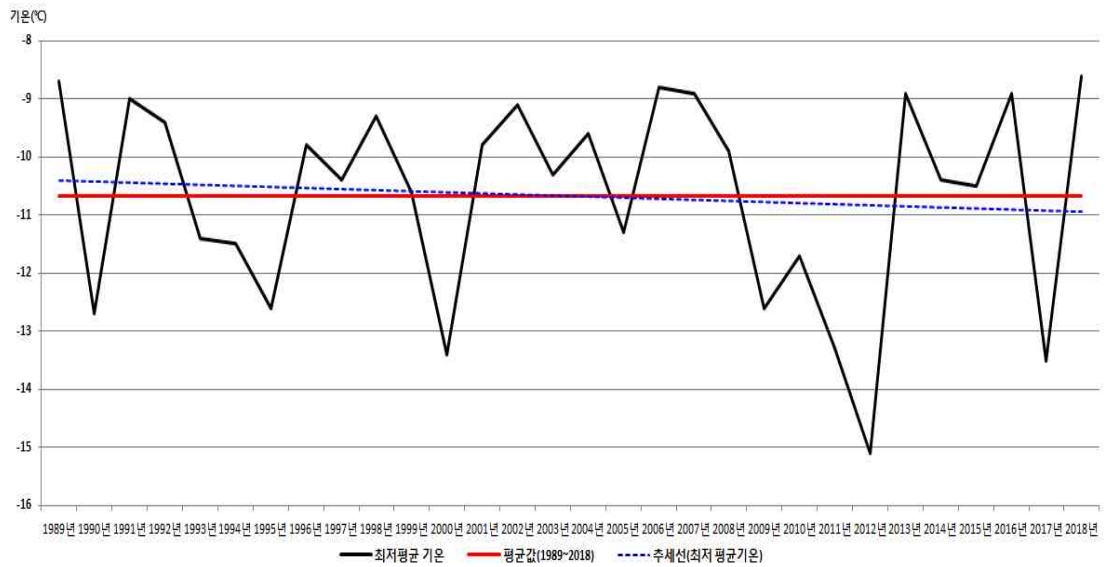
그림 2.6. 충주시 연별 최저기온 평균('89~'18)



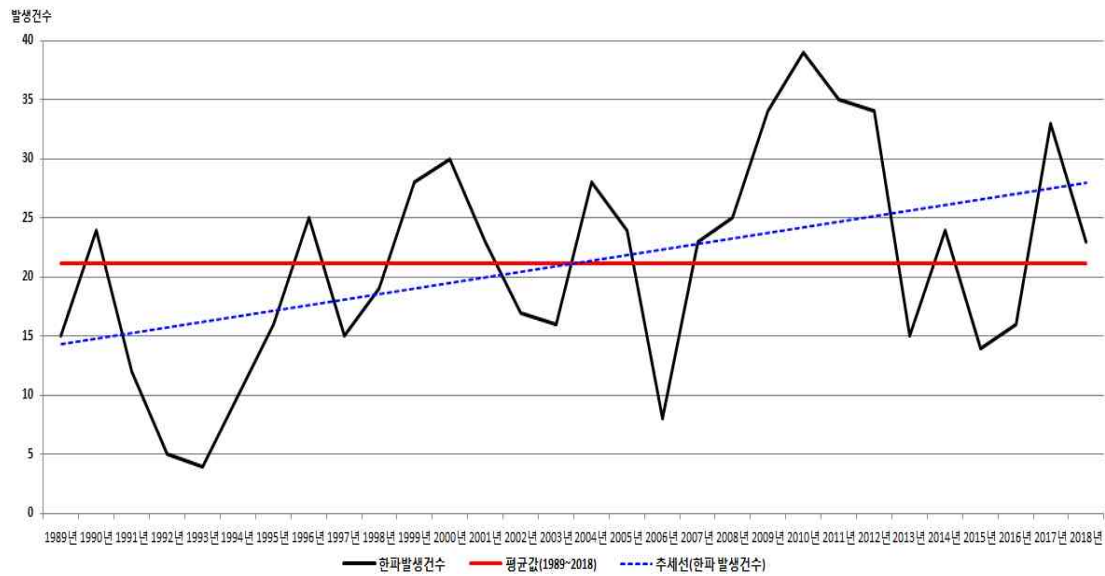
- 최다 한파 발생일수는 29일(2012년) > 24일(2010년) > 21일(2017년)
- ☞ 30년간('89~'18) 한파 발생일수가 점차 소폭 상승하는 추세

그림 2.7. 충주시 연별 한파일수('89~'18)

3. 제천시



- 최저 평균기온 최고기록은 -8.6°C (2018년) > -8.7°C (1989년) > -8.8°C (2006년)순 임
 - 최저 평균기온 최저기록은 -15.1°C (2012년) < -13.5°C (2017년) < -13.4°C (2000년)순 임
 - ☞ 30년간('89~'18) 겨울철 최저 평균기온이 점차 소폭 하락하는 추세
- 그림 2.8. 제천시 연별 최저기온 평균('89~'18)



- 최다 한파 발생일수는 39일(2010년) > 35일(2011년) > 34일(2012년)
- ☞ 30년간('89~'18) 한파 발생일수가 점차 상승하는 추세

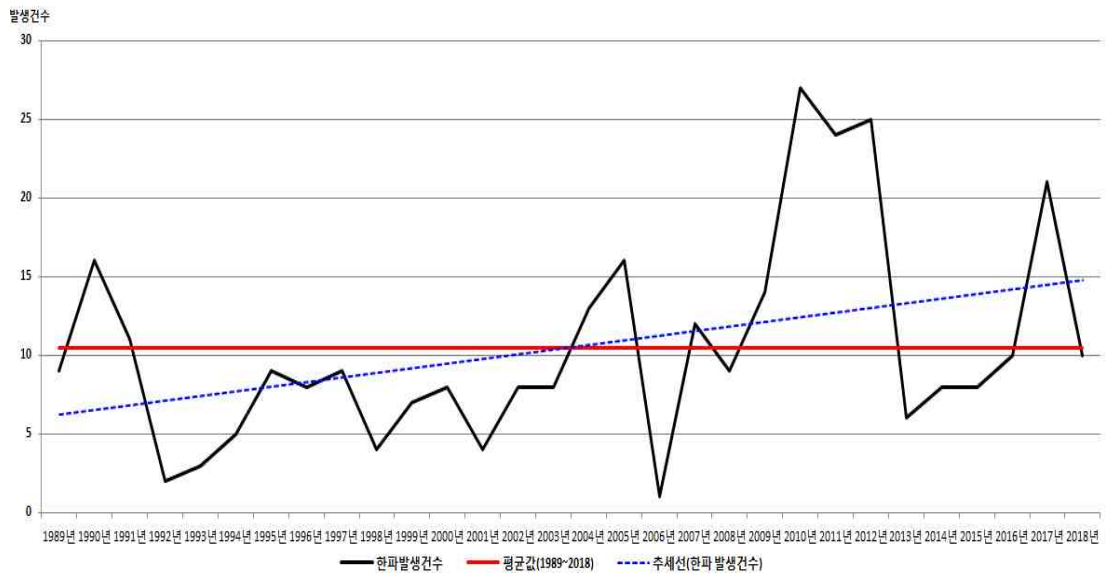
그림 2.9. 제천시 연별 한파일수('89~'18)

4. 보은군



- 최저 평균기온 최고기록은 -5.2°C (2006년) > -5.9°C (2001년) > -6.6°C (2018년)순 임
- 최저 평균기온 최저기록은 -12.3°C (2012년) < -11.6°C (1990년) < -10.9°C (2011년)순 임
- ☞ 30년간('89~'18) 겨울철 최저 평균기온이 거의 변동 없는 추세

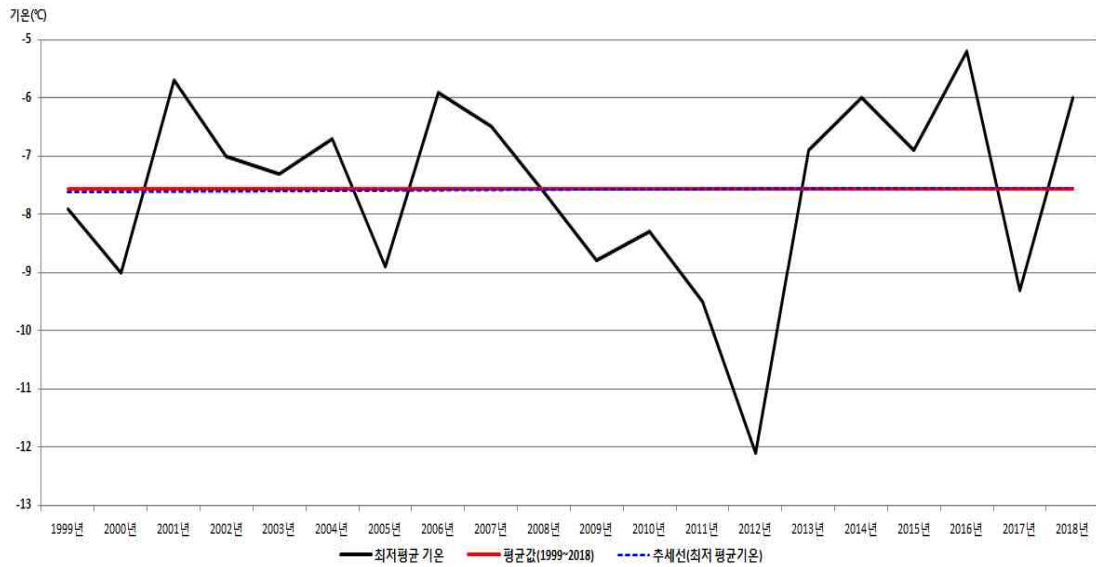
그림 2.10. 보은군 연별 최저기온 평균('89~'18)



- 최다 한파 발생일수는 27일(2010년) > 25일(2012년) > 24일(2011년)
- ☞ 30년간('89~'18) 한파 발생일수가 점차 소폭 상승하는 추세

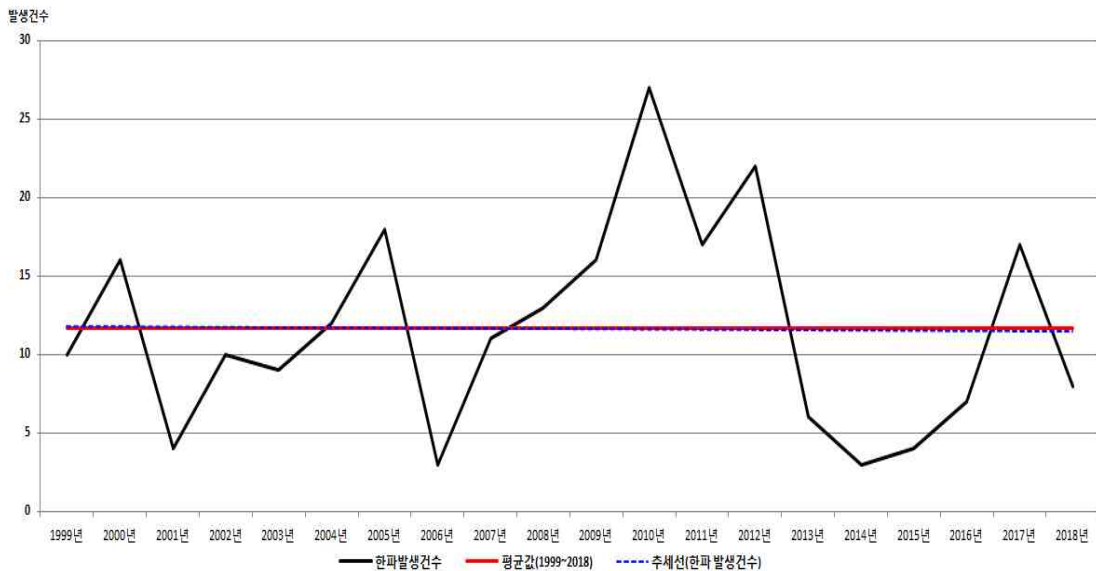
그림 2.11. 보은군 연별 한파일수('89~'18)

5. 영동군



- 최저 평균기온 최고기록은 -5.2°C (2016년) > -5.7°C (2001년) > -5.9°C (2006년)순 임
- 최저 평균기온 최저기록은 -12.1°C (2012년) < -9.5°C (2011년) < -9.3°C (2017년)순 임
- ☞ 20년간('99~'18) 겨울철 최저 평균기온이 거의 변동 없는 추세

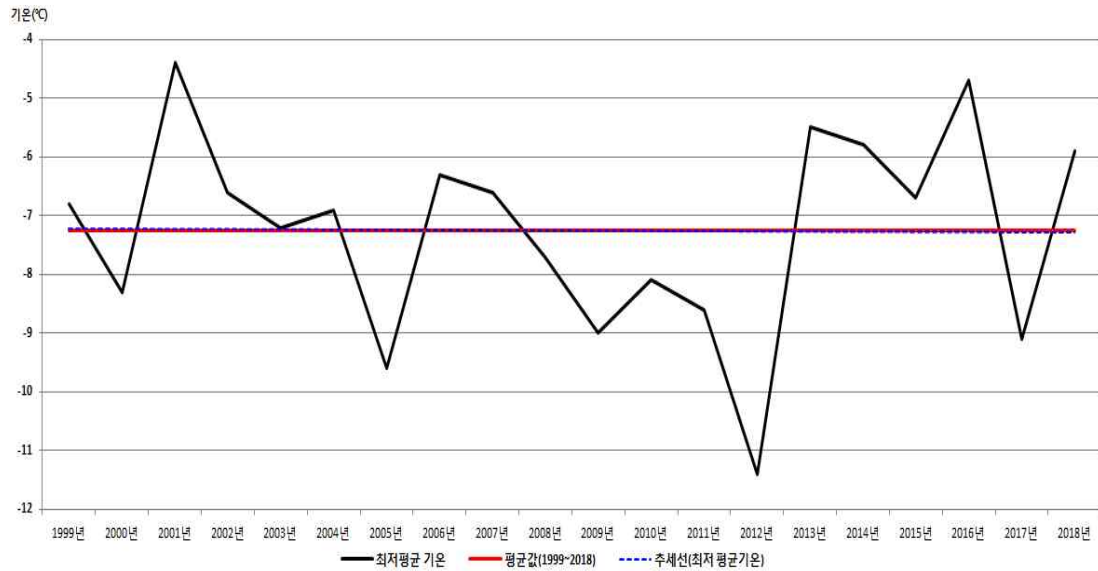
그림 2.12. 영동군 연별 최저기온 평균('99~'18)



- 최다 한파 발생일수는 27일(2010년) > 22일(2012년) > 18일(2005년)
- ☞ 20년간('99~'18) 한파 발생일수가 거의 변동 없는 추세

그림 2.13. 영동군 연별 한파일수('99~'18)

6. 옥천군



- 최저 평균기온 최고기록은 -4.4°C (2001년) > -4.7°C (2016년) > -5.5°C (2013년)순 임
- 최저 평균기온 최저기록은 -11.4°C (2012년) < -9.6°C (2005년) < -9.1°C (2017년)순 임
- ☞ 20년간('99~'18) 겨울철 최저 평균기온이 거의 변동 없는 추세

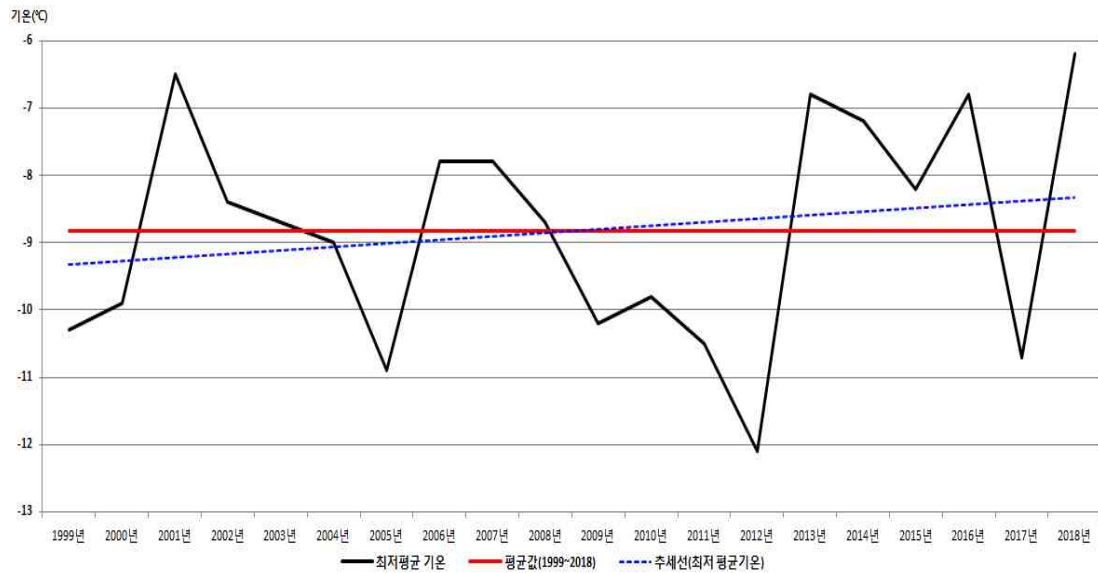
그림 2.14. 옥천군 연별 최저기온 평균('99~'18)



- 최다 한파 발생일수는 25일(2005년) > 21일(2010년) > 20일(2012년)
- ☞ 20년간('99~'18) 한파 발생일수가 거의 변동 없는 추세

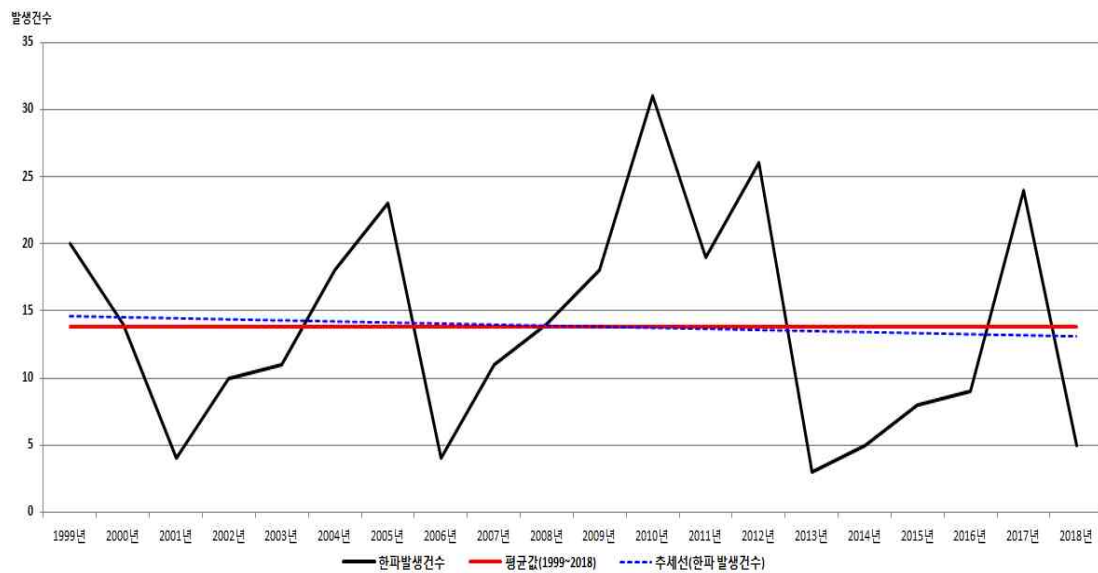
그림 2.15. 옥천군 연별 한파일수('99~'18)

7. 증평균



- 최저 평균기온 최고기록은 -6.2°C (2018년) > -6.5°C (2001년) > -6.8°C (2013년, 2016년)순 임
- 최저 평균기온 최저기록은 -12.1°C (2012년) < -10.9°C (2005년) < -10.7°C (2017년)순 임
- ☞ 20년간('99~'18) 겨울철 최저 평균기온이 점차 상승하는 추세

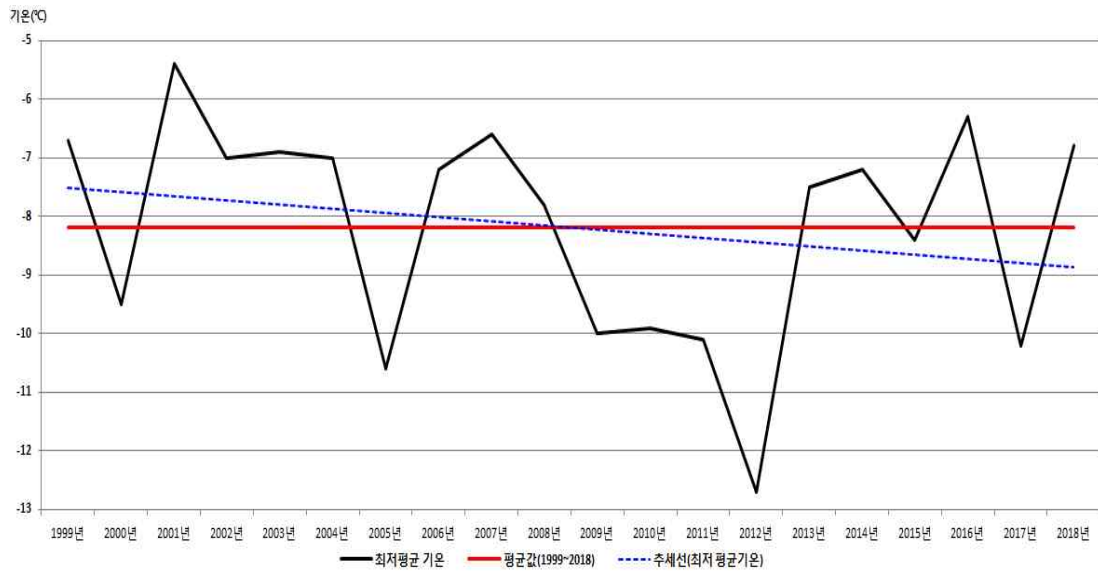
그림 2.16. 증평균 연별 최저기온 평균('99~'18)



- 최다 한파 발생일수는 31일(2010년) > 26일(2012년) > 24일(2017년)
- ☞ 20년간('99~'18) 한파 발생일수가 거의 변동 없는 추세

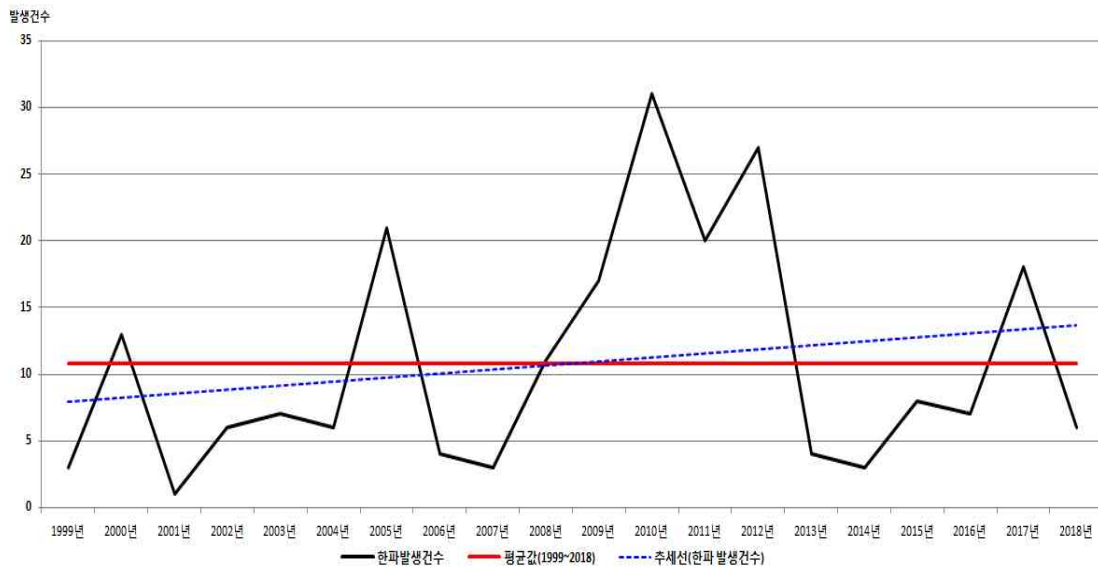
그림 2.17. 증평균 연별 최저기온 평균('99~'18)

8. 진천군



- 최저 평균기온 최고기록은 -5.4°C (2001년) > -6.3°C (2016년) > -6.6°C (2007년)순 임
- 최저 평균기온 최저기록은 -12.7°C (2012년) < -10.6°C (2005년) < -10.2°C (2017년)순 임
- ☞ 20년간('99~'18) 겨울철 최저 평균기온이 점차 하락하는 추세

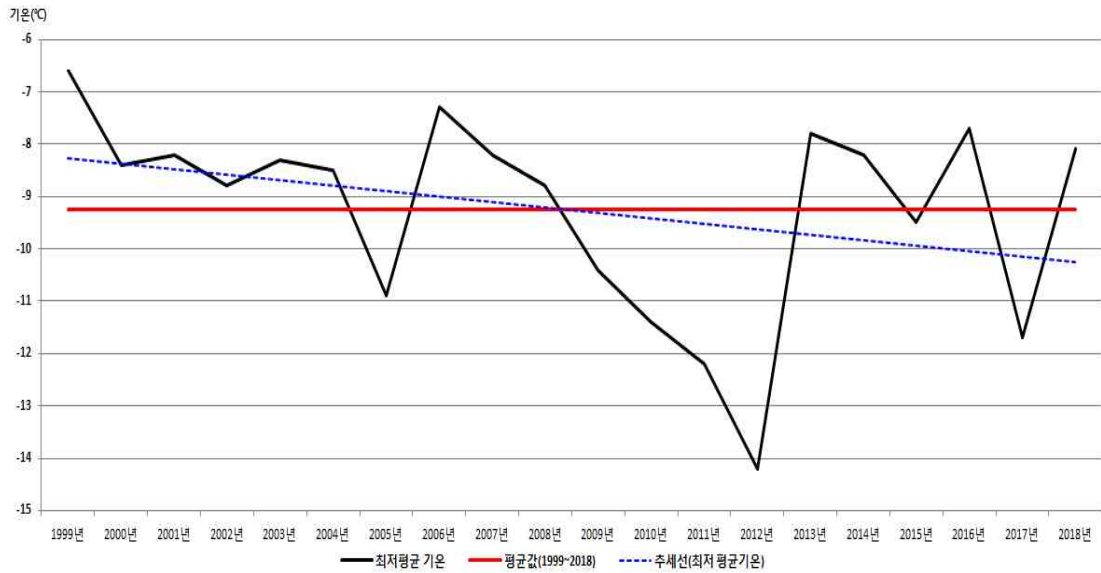
그림 2.18. 진천군 연별 최저기온 평균('99~'18)



- 최다 한파 발생일수는 31일(2010년) > 27일(2012년) > 21일(2005년)
- ☞ 20년간('99~'18) 한파 발생일수가 점차 상승하는 추세

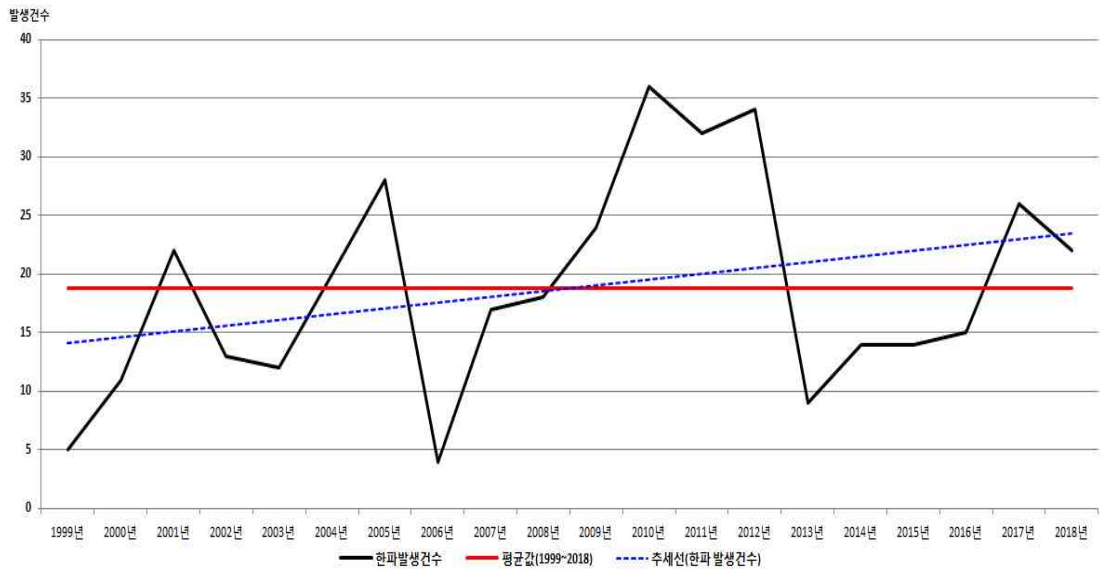
그림 2.19. 진천군 연별 한파일수('99~'18)

9. 괴산군



- 최저 평균기온 최고기록은 -5.4°C (2001년) > -6.3°C (2016년) > -6.6°C (2007년)순 임
- 최저 평균기온 최저기록은 -12.7°C (2012년) < -10.6°C (2005년) < -10.2°C (2017년)순 임
- ☞ 20년간('99~'18) 겨울철 최저 평균기온이 점차 하락하는 추세

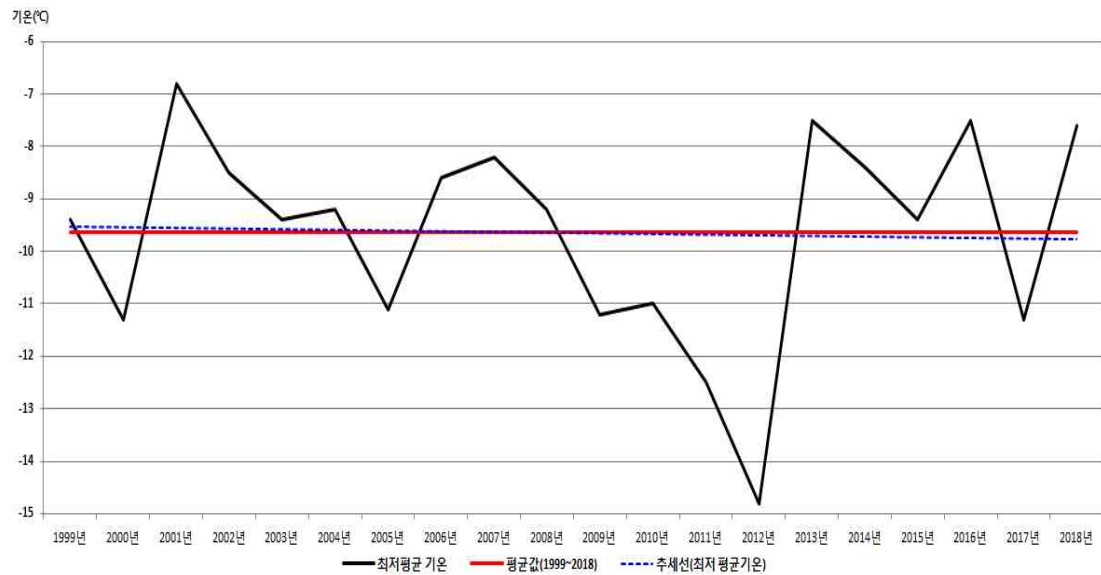
그림 2.20. 괴산군 연별 최저기온 평균('99~'18)



- 최다 한파 발생일수는 36일(2010년) > 34일(2012년) > 32일(2011년)
- ☞ 20년간('99~'18) 한파 발생일수가 점차 상승하는 추세

그림 2.21. 괴산군 연별 한파일수('99~'18)

10. 음성군



- 최저 평균기온 최고기록은 -6.8°C (2001년) > -7.5°C (2016년) = -7.5°C (2013년)순 임
- 최저 평균기온 최저기록은 -14.8°C (2012년) < -12.5°C (2011년) < -11.3°C (2000년, 2017년)순 임
- ☞ 20년간('99~'18) 겨울철 최저 평균기온이 거의 변동 없는 추세

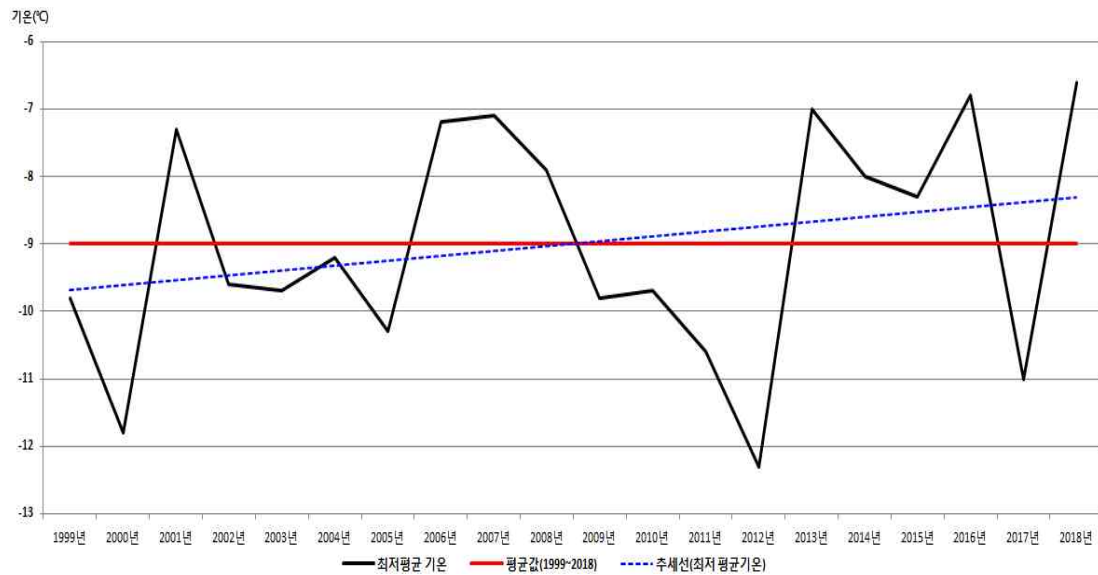
그림 2.22. 음성군 연별 최저기온 평균('99~'18)



- 최다 한파 발생일수는 36일(2010년) > 35일(2012년) > 31일(2009년)
- ☞ 20년간('99~'18) 한파 발생일수가 점차 소폭 상승하는 추세

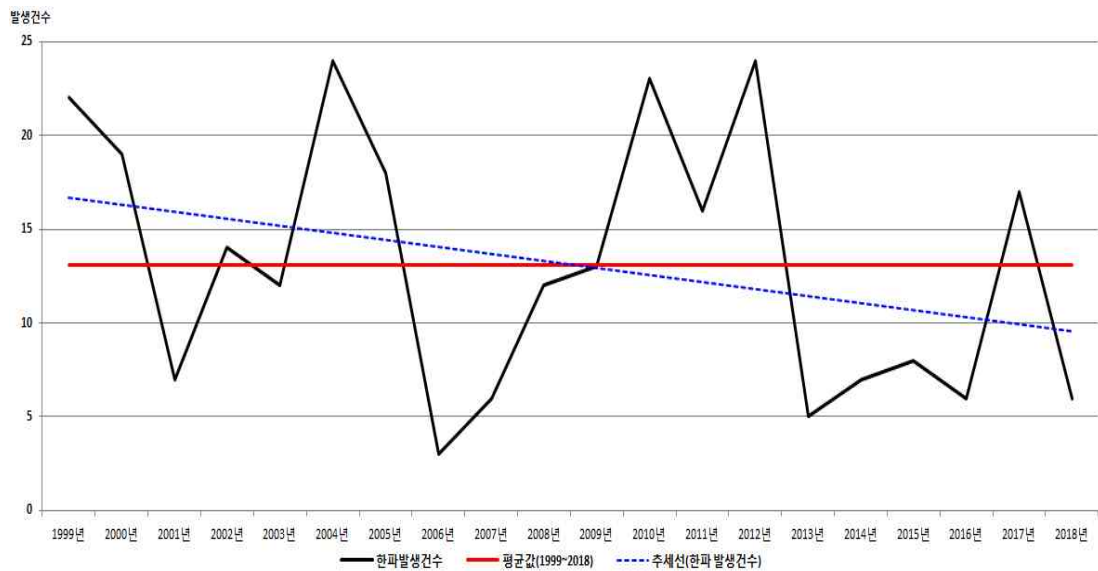
그림 2.23. 음성군 연별 한파일수('99~'18)

11. 단양군



- 최저 평균기온 최고기록은 -6.6°C (2018년) > -6.8°C (2016년) > -7.0°C (2013년)순 임
- 최저 평균기온 최저기록은 -12.3°C (2012년) < -11.8°C (2000년) < -11.0°C (2017년)순 임
- ☞ 20년간('99~'18) 겨울철 최저 평균기온이 점차 상승하는 추세

그림 2.24. 단양군 연별 최저기온 평균('99~'18)



- 최다 한파 발생일수는 24일(2004년) = 24일(2012년) > 23일(2010년)
- ☞ 20년간('99~'18) 한파 발생일수가 점차 하락하는 추세

그림 2.25. 단양군 연별 한파일수('99~'18)

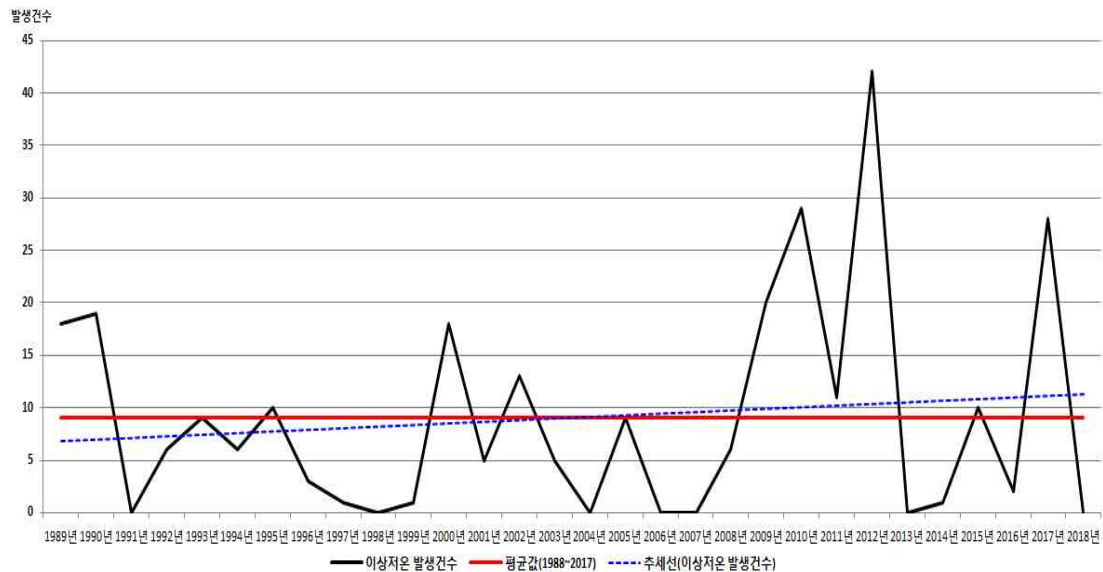
제4절 충북지역 겨울철 이상저온 변화 경향

1. (연별) 겨울철 이상저온 발생건수**

* 이상저온: 모집단이 정규분포를 하고 있다고 할 때 평년 최저기온 편차가 표준편차의 하위 2배 이상을 벗어날 때(정규분포 하위 2%)의 기온 (WMO 이상기상 기준 준용)

** 발생일수: '89년 ~ '18년까지 청주, 충주, 제천, 보은 이상저온⁶⁾ 관측일 합계

충북지역의 겨울철 이상저온 변화 경향을 분석하기 위해 충북 기상관서 4개 지점의 최근 30년간의 아침 최저기온을 분석하였고, 그 결과는 아래의 그림과 같다.



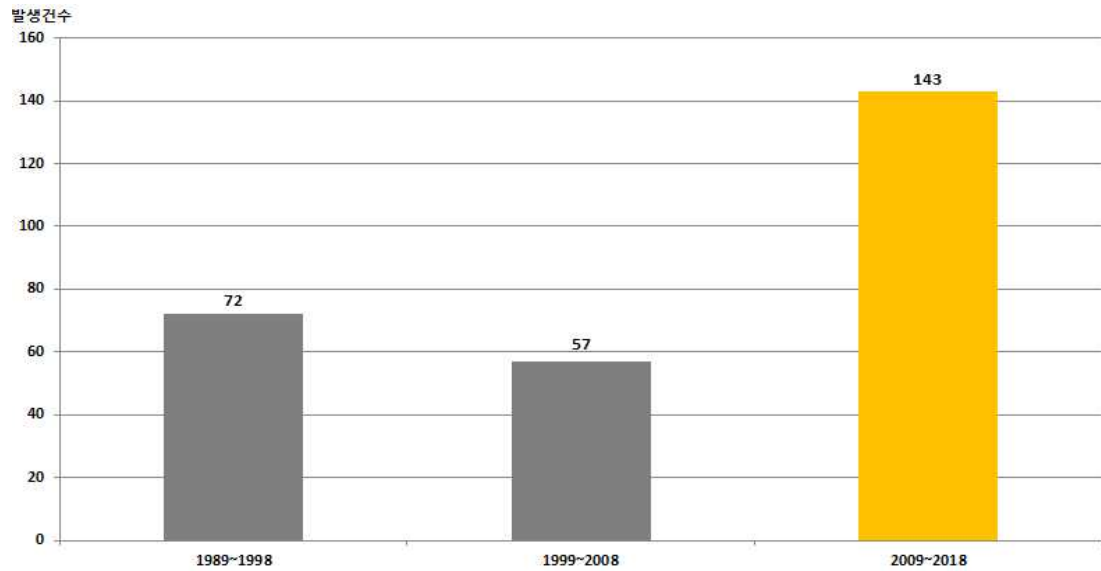
- 최다 이상저온 발생일수는 42일(2012년) > 29일(2010년) > 28일(2017년)순 임

☞ 30년간('89 ~ '18) 이상저온 발생일수가 점차 상승하는 추세

그림 2.26. 충북지역 겨울철 이상저온 발생 일수('89~'18)

또한 10년 단위의 겨울철 이상저온 발생일수는 아래의 그림과 같다.

6) 지역별 이상저온 기준 값: 청주(-13.3℃), 충주(-16℃), 제천(-18.6℃), 보은(-16.5℃)



- 10년 단위 분석결과 '09~'18년(143일) > '89~'98년(72일) > '99~'08년(57일)순 임

그림 2.27. 충북지역 겨울철 이상저온 발생 일수(10년 단위)

마지막으로 충북지역 주요 기상관서의 최근 10년간 연도별 겨울철 이상저온 일수는 아래의 표와 같다.

표 2.5. 최근 10년간 연도별 겨울철 이상저온 일수(4개 시·군)

지점	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	기간
청주	2	2	2	6	0	0	1	0	6	0	1967년~
충주	4	5	3	9	0	0	2	0	7	0	1972년~
제천	7	9	4	9	0	1	3	0	6	0	1972년~
보은	2	5	2	8	0	0	1	1	5	0	1972년~

제3장 충북지역 한랭질환자 및 한파지속일수 분석

제1절 충북지역 한랭질환자 발생 현황 및 한파지속일수

충북도청 보건정책과의 협조를 받아 충북 11개 시·군의 최근 7년간(2013년~2019년) 한랭질환자 발생현황을 분석하였고, 결과는 아래 그림과 같다.

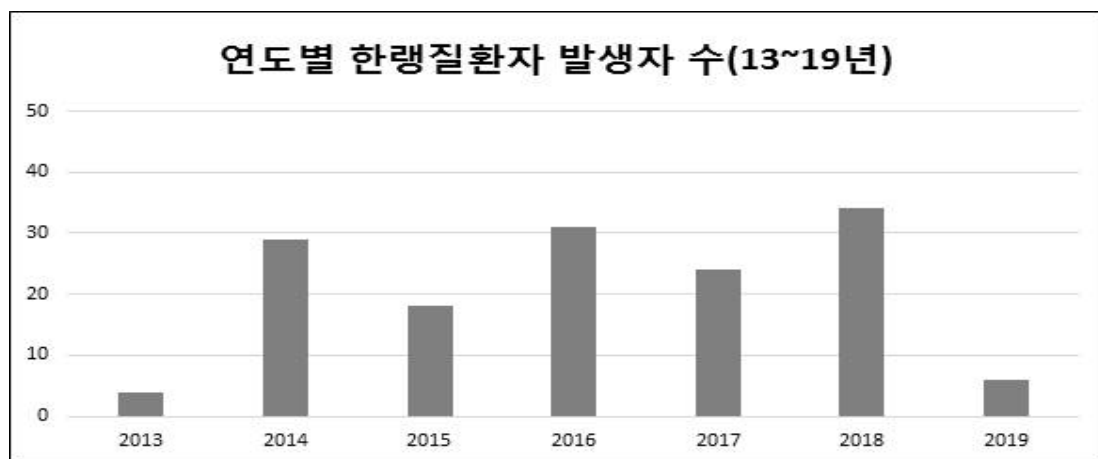


그림 3.1. 충북지역 연도별 한랭질환자 발생 현황

2013년에는 4명이 발생하였는데, 2014년부터는 꾸준히 20명 이상이 발생하였으며, 2018년에 34명이 발생하였다. 하지만 2019년에는 6명이 발생해 최근 7년 중 가장 적은 인원이 발생하였고, 지역별 총 한랭질환자 현황은 아래 그림과 같다.

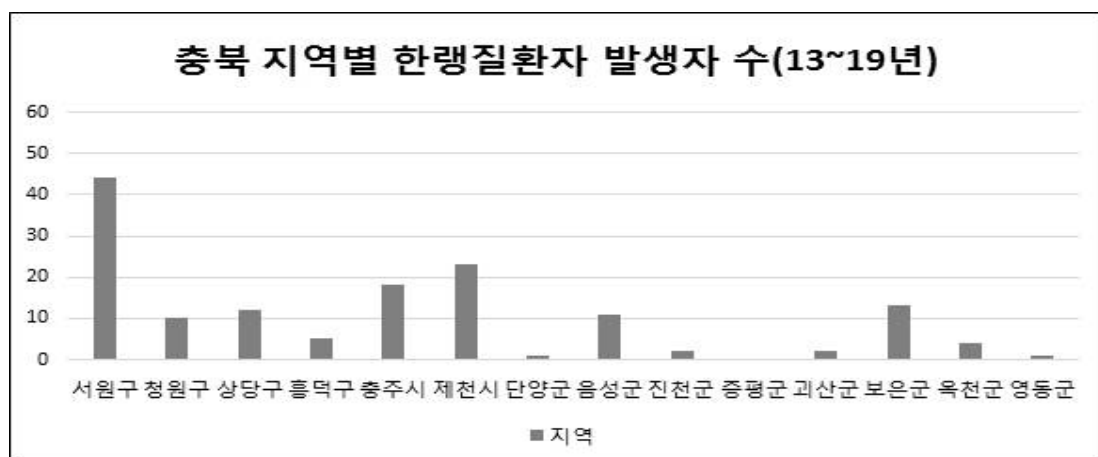


그림 3.2. 충북지역 지역별 한랭질환자 총 발생 현황

충북지역의 한랭질환자 발생 인원은 인구가 많은 청주시가 가장 많으며, 다음으로는 가장 추운 제천시, 충주시 순으로 나타났다.

그리고 한랭질환자가 발생 한 날의 최저기온과 평균기온 분포를 조사하였고, 또한 최저기온 지속일수도 분석해 아래의 그림에 나타내었다.

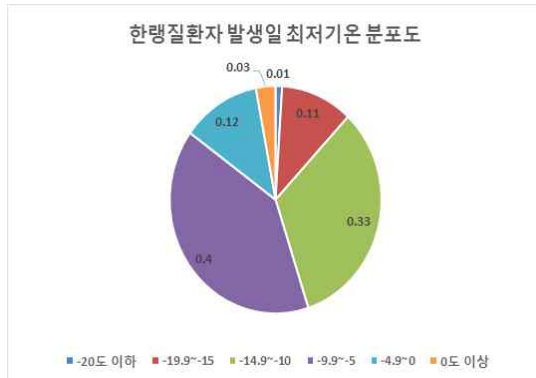


그림 3.3.한랭질환자 발생일 최저기온 분포도

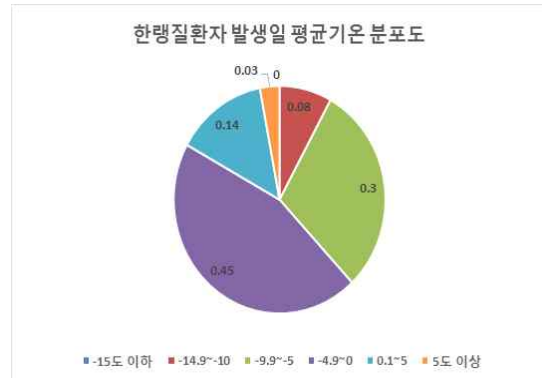


그림 3.4.한랭질환자 발생일 평균기온 분포도

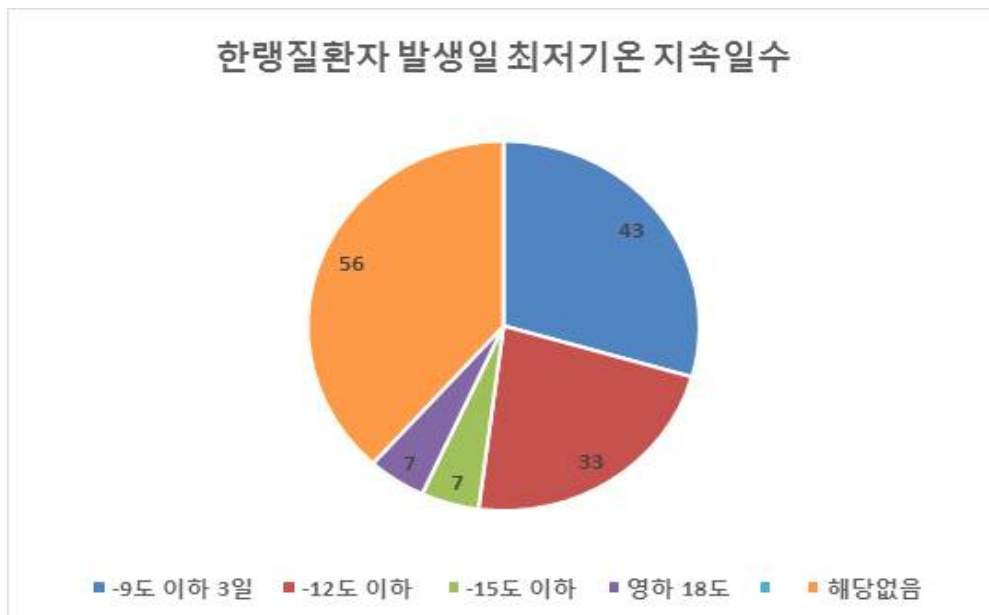


그림 3.5. 한랭질환자 발생일 최저기온 지속일수

한랭질환자가 발생한 날의 최저기온 분포를 보면 -10도~-5도 사이에서 가장 많이 발생(40%)했으며, -15도~-10도가 33%로 뒤를 이었다. 한파특보 기준 보다 그 이하의 기온에서 가장 많이 발생하였다. 또한 한랭질환자 발생일의 평균기온 분포는 -5도~0도 사이에서 45%로 가장 많이 발생하였다.

또한 한랭질환자가 발생한 날의 최저기온 지속일수는 한파영향예보 발표 기준에 없는 날이 56%로 가장 많았으며, 다음으로는 관심기준인 -9도 이하 3일 지속이 많았다.

다음으로는 한파특보 발표와 한랭질환자의 상관성을 찾기 위해 환자발생과 특보 여부 결과를 아래의 그림에 나타내었다.

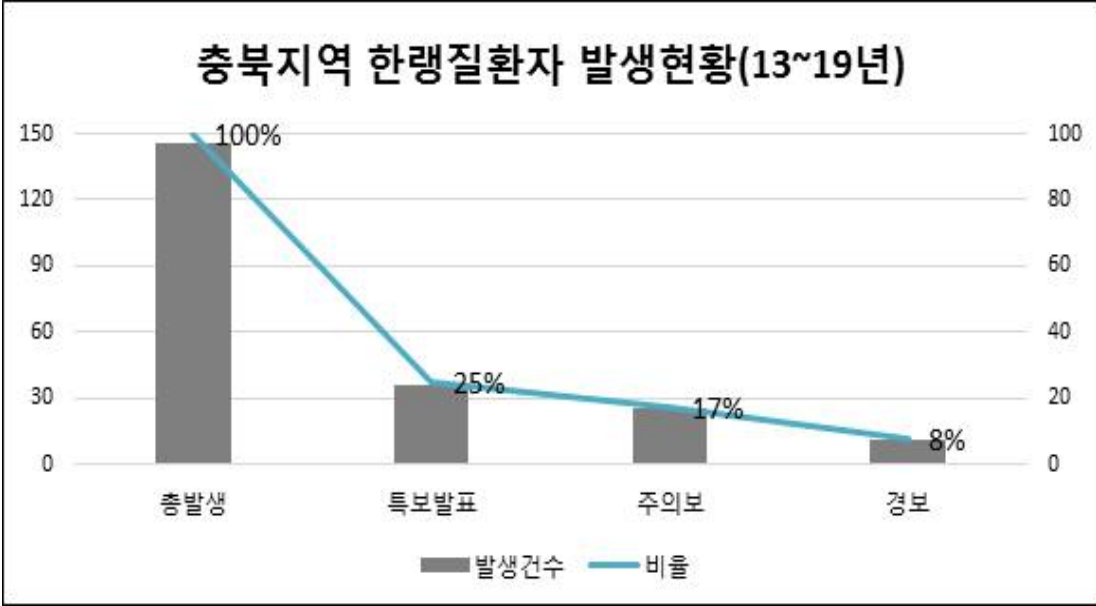


그림 3.6. 특보여부에 따른 충북지역 한랭질환자 발생 현황

한랭질환자 발생일의 특보가 발효 중인 날은 총 25%이며 이중 주의보가 17%, 경보가 8% 였다. 다시 말해 특보가 미발표 된 날이 전체의 3/4을 차지해 -9도 이하가 3일 이상 지속되는 한파영향예보의 관심단계를 분석해 볼 필요가 있다.

이에 충북지역의 한파영향예보 기준(관심, 주의, 경고, 심각) 부합 비율을 조사하였고, 그 결과는 아래의 그림과 표에 나타내었다.

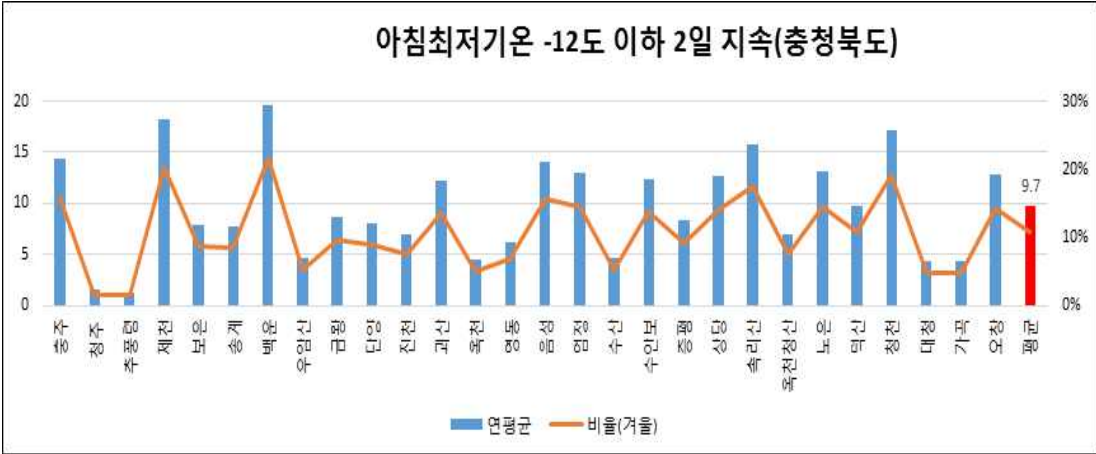


그림 3.7. 충북 지역별 한파영향 주의단계 기준 부합 비율

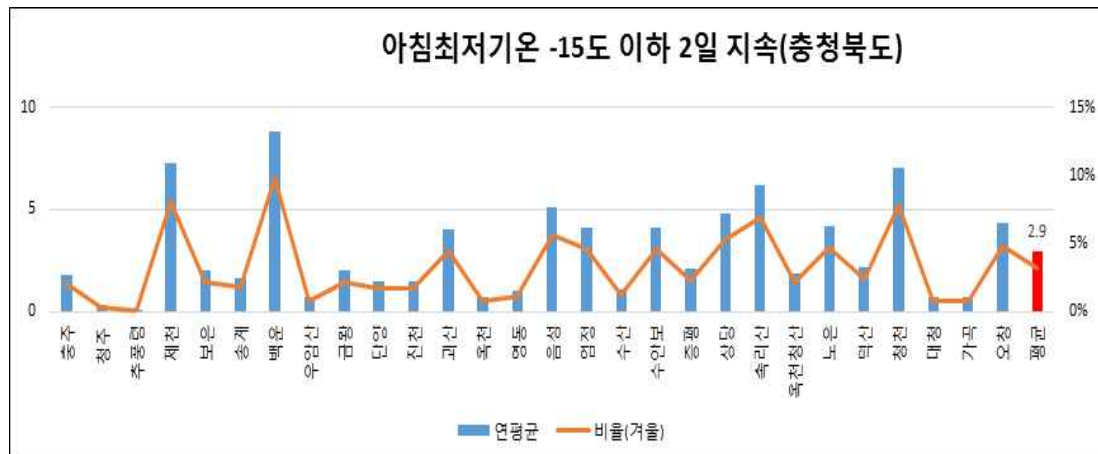


그림 3.8. 충북 지역별 한파영향 경고단계 기준 부합 비율

표 3.1. 충북 지역별 한파주의보 기준 부합 비율

아침최저 영하 12도 2일 이상			
지역	연평균	비율(겨울)	사용자료
충주	14.4	16%	1999~
청주	1.5	2%	1999~
추풍령	1.3	1%	1999~
제천	18.3	20%	1999~
보은	7.9	9%	1999~
송계	7.7	9%	2002~
백운	19.6	22%	2002~
우암산	4.7	5%	2002~
금왕	8.7	10%	1999~
단양	8	9%	1999~
진천	6.9	8%	1999~
괴산	12.2	14%	1999~
옥천	4.5	5%	1999~
영동	6.2	7%	1999~
음성	14	16%	1999~
엄정	13	14%	1999~
수산	4.7	5%	1999~
수안보	12.4	14%	1999~
증평	8.3	9%	1999~
상당	12.7	14%	1999~
속리산	15.8	18%	1999~
옥천청산	6.9	8%	1999~
노은	13.1	15%	1999~
덕산	9.8	11%	1999~
청천	17.2	19%	1999~
대청	4.3	5%	1999~
가곡	4.3	5%	1999~
오창	12.9	14%	2003~
평균	9.7	11%	

표 3.2. 충북 지역별 한파경보 기준 부합 비율

아침최저 영하 15도 2일 이상			
지역	연평균	비율(겨울)	사용자료
충주	1.8	2%	1999~
청주	0.3	0%	1999~
추풍령	0.1	0%	1999~
제천	7.3	8%	1999~
보은	2	2%	1999~
송계	1.6	2%	2002~
백운	8.8	10%	2002~
우암산	0.7	1%	2002~
금왕	2	2%	1999~
단양	1.5	2%	1999~
진천	1.5	2%	1999~
괴산	4	4%	1999~
옥천	0.7	1%	1999~
영동	1	1%	1999~
음성	5.1	6%	1999~
엄정	4.1	5%	1999~
수산	1.1	1%	1999~
수안보	4.1	5%	1999~
증평	2.1	2%	1999~
상당	4.8	5%	1999~
속리산	6.2	7%	1999~
옥천청산	1.9	2%	1999~
노은	4.2	5%	1999~
덕산	2.2	2%	1999~
청천	7	8%	1999~
대청	0.7	1%	1999~
가곡	0.7	1%	1999~
오창	4.3	5%	2003~
평균	2.9	3%	

충북지역에서 한파주의보 기준에 부합되는 비율이 가장 높은 지역은 백운(제천시, 22%) > 제천(제천시, 20%) > 청천(괴산군, 19%) 순으로 높았으며, 겨울철의 약 1/5은 한파주의보 기준에 부합되는 지역이다. 이는 청주시를 제외하고 한랭질환자가 많이 발생하는 지역과도 부합되는 것으로 보인다.

한파경보 기준에 부합되는 비율이 가장 높은 지역은 백운(제천시, 10%) > 제천(제천시, 8%) > 청천(괴산군, 8%) 순이며, 이는 한파주의보 지역과 일치한다.

하지만 한파 특보기준 비율에 많이 부합되는 지역이라도 한랭질환자 발생 수가 많은 것이 아니라, 다른 기준을 찾아보았다. 한파 영향예보 발표 관심단계인 -9도 이하가 3일 이상 지속되는 일수와 심각단계인 -18도 이하 일수를 분석해 보았다.

결과는 아래 그림과 표에 나타내었다.

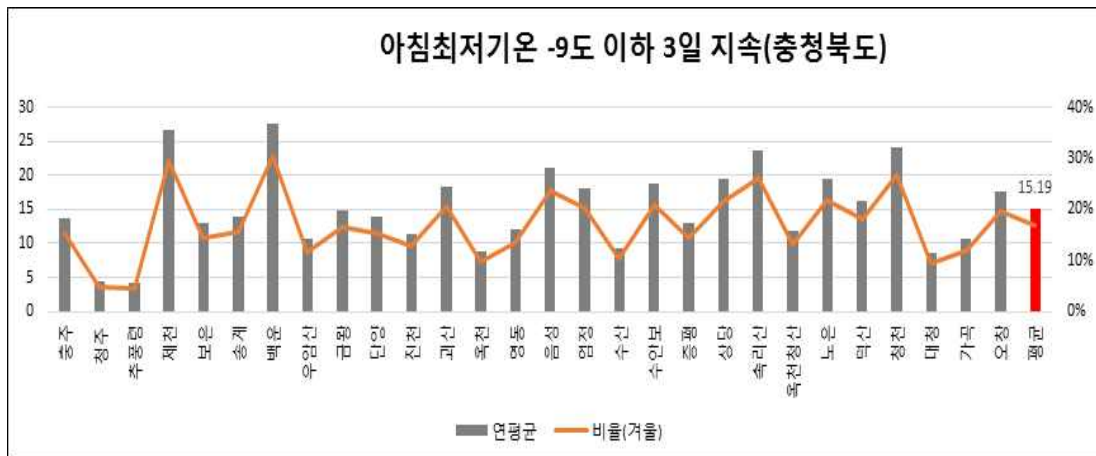


그림 3.9. 충북 지역별 한파영향 관심단계 기준 부합 비율

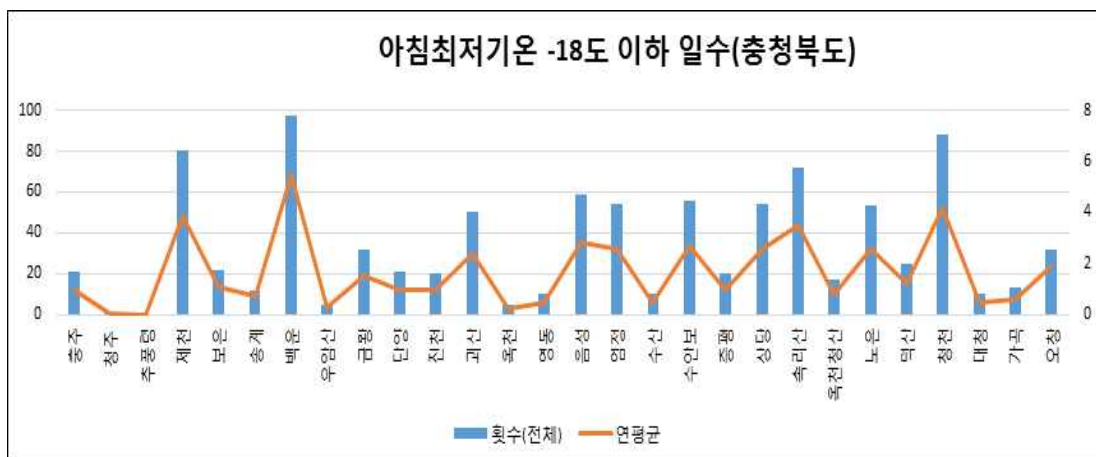


그림 3.10. 충북 지역별 한파영향 심각단계 발생 일수

표 3.3. 충북 지역별 한파영향 관심 부합 비율

아침최저 영하 9도 3일 이상			
지역	연평균	비율(겨울)	사용자료
충주	13.7	15%	1999~
청주	4.4	5%	1999~
추풍령	4.2	5%	1999~
제천	26.7	30%	1999~
보은	13	14%	1999~
송계	14	16%	2002~
백운	27.5	31%	2002~
우암산	10.6	12%	2002~
금왕	14.8	16%	1999~
단양	13.9	15%	1999~
진천	11.5	13%	1999~
괴산	18.4	20%	1999~
옥천	8.8	10%	1999~
영동	12	13%	1999~
음성	21.2	24%	1999~
엄정	18.2	20%	1999~
수산	9.3	10%	1999~
수안보	18.8	21%	1999~
증평	12.9	14%	1999~
상당	19.4	22%	1999~
속리산	23.6	26%	1999~
옥천청산	11.8	13%	1999~
노은	19.5	22%	1999~
덕산	16.3	18%	1999~
청천	24	27%	1999~
대청	8.6	10%	1999~
가곡	10.7	12%	1999~
오창	17.6	20%	2003~
평균	15.19	17%	

표 3.4. 충북 지역별 한파영향 심각 부합 비율

아침최저 영하 18도 이하 일수(전체)			
지역	횟수(전체)	사용자료	연평균
충주	21	1999~	1
청주	1	1999~	0.05
추풍령	0	1999~	0
제천	80	1999~	3.9
보은	22	1999~	1.1
송계	12	2002~	0.7
백운	97	2002~	5.5
우암산	5	2002~	0.3
금왕	32	1999~	1.5
단양	21	1999~	1
진천	20	1999~	1
괴산	50	1999~	2.4
옥천	5	1999~	0.2
영동	10	1999~	0.5
음성	59	1999~	2.8
엄정	54	1999~	2.6
수산	10	1999~	0.5
수안보	56	1999~	2.7
증평	20	1999~	1
상당	54	1999~	2.6
속리산	72	1999~	3.5
옥천청산	17	1999~	0.8
노은	53	1999~	2.6
덕산	25	1999~	1.2
청천	88	1999~	4.2
대청	10	1999~	0.5
가곡	13	1999~	0.6
오창	32	2003~	1.9
평균	33.5		1.7

충북지역에서 겨울철 아침 최저기온 -9도 이하가 3일 이상인 지역이 20% 이상 발생한 지역은 충북 중·북부에서 많이 나타났으며, 특히 백운(제천시, 31%) > 제천(제천시, 31%) > 청천(괴산군, 27%)순으로 많았으며 겨울철의 약 1/3 정도가 기준에 부합되었다. 특히 한랭질환자가 가장 많이 발생하는 청주시의 도심은 5% 미만의 비율로 나타났으며, 외곽지역인 상당(22%)과 오창(20%)은 20%가 넘어 환자의 많은 부분이 청주시 외곽지역에서 나타나는 것으로 유추 할 수 있다.

또한 아침최저기온이 -18도 이하인 극한 기온은 연평균 백운(5.5회) > 청천(4.2회) > 제천(3.9회) > 속리산(보은군, 3.5회) 순으로 나타났다. 이 지역은 한파영향예보 기준에 많이 부합되며 추 후 영향예보 서비스 시 주의해야 할 것으로 보인다.

제4장 충북지역 봄철 농작물 냉해관련 기상분석

제1절 농작물 기상재해

기상현상으로 말미암아 발생하는 재해인 기상재해는 자연재해에 속하는데, 작물재배에서 중요한 기상재해에는 동상해, 냉해, 고온해 등 온도와 관련된 재해와 가뭄해, 침수해 등 강수와 관련된 재해가 있고, 태풍, 폭풍의 바람피해는 폭우를 동반하기 때문에 풍수해로 불리는 재해가 있다. 또한, 일조시간의 부족에 따른 재해가 있다.

농업기상재해는 어느 지역을 막론하고 작물의 전 생육기간을 통하여 언제든지 예기치 않게 출현할 수 있기 때문에 그 피해가 크다.

1. 주요 농업기상재해

1.1 냉해(冷害)

- 냉해는 여름작물의 생육기간 동안에 저온에 의해 발생하는 농작물의 피해를 의미하며, 일조가 부족 할 때 그 피해가 더욱 커진다
- 저온은 작물을 동사시키지는 않지만 생육을 저해하는 온도를 의미한다
- 작물재배는 통상 어떤 지역의 평년기온에 맞추어 행하여지기 때문에 평년 이하의 온도가 길게 이어질 경우에는 피해가 나타난다
- 냉해발생 해에는 여름작물의 대부분이 많은 적든 피해를 받으며, 특히 벼 작물의 피해가 두드러진다



분얼감소, 등숙장해

불임증가, 등숙저하

생육·활력저하, 불임, 등숙불량

그림 4.1. 벼 작물의 냉해피해 현황

1.1.1 냉해의 대책

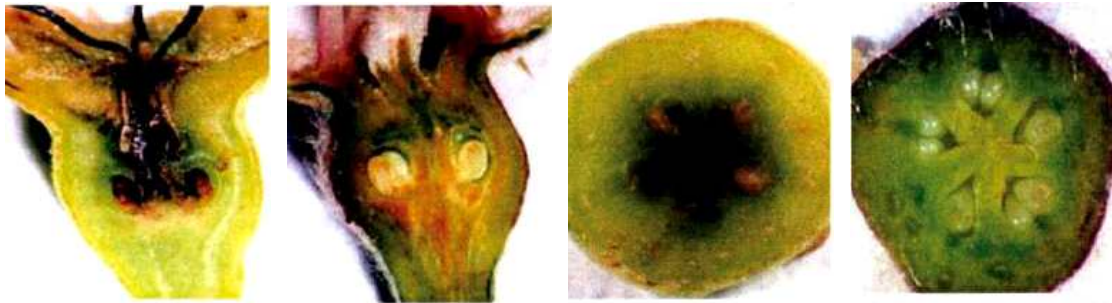
- 재배상의 대책으로는 기후 조건에서 보아 가장 안전한 숙기의 내냉성 품종을 재배하는 것이 중요하다
- 또한, 숙기가 다른 품종을 작부하여 냉해 위험기를 분산하는 것도 중요하다
- 건전한 묘를 만들고 질소의 과다사용을 피하며 추비는 생육상태와 일기예보에 따라 조정한다
- 수온 상승에 효과 있는 낮에 물을 데워 밤에 물대기, 이삭 배는 시기의 깊게 물대기
- 항구적 대책으로는 기후와 입지 조건에 근거하여 냉해 위험도의 지도 구분을 명확하게 한다
- 토양개량, 관·배 수리시설의 정비, 온수로 등 수온상승 시설의 정비
- 강풍이나 냉풍이 심한 지역은 항구적인 방풍림을 설치한다

1.2 상해(霜害), 한해(寒害), 동해(凍害)

- 상해(서리피해)는 봄, 가을의 야간과 이른 아침에 걸쳐 급히 온도가 하강함에 따라 생기는 농작물의 피해로 저온에 의해서 세포가 동사한다
- 생리적으로는 동해의 일종으로 봄에 나타나는 늦서리 피해와 가을에 나타나는 첫서리 피해가 있다
- 반면에 한해는 겨울철의 이상저온에 의해 일어나는 농작물의 피해로 형태상으로 동해와 한풍해로 나눈다
- 동해는 겨울철에 저온 저항력을 갖추어 월동 중인 작물에 발생하고, 한풍해는 건조하고 차가운 강풍에 의해 생기는 주로 감귤류 등 상록과실의 낙엽 피해를 초래한다

1.2.1 피해 양상 및 실태

- 잎보다는 꽃이나 어린과실이 피해를 받기 쉽고, 꽃이 피고 있는 중에는 배주(밑씨)가 저온에 약하여 화기발육 초기단계에서 피해를 받으면 꽃잎이 열리지 않거나 열려도 암수술 발육이 매우 나쁘고 갈변 됨
- 꽃이 피해를 입으면 암술머리와 배주가 검게 변하고, 심한 경우에는 개화되지 못하고 죽거나, 결실되지 않고 수정이 되어도 기형과가 되어 조기 낙과 됨
- 포도는 잎의 가장자리부터 변색되면서 안쪽으로 말리고, 심한 경우 신초가 굽어지면서 고사함



피해 배주

정상 배주

피해 배주

정상 배주

그림 4.2. 과수의 피해 단면(왼쪽(종단면), 오른쪽(횡단면))



서리 피해 꽃잎

서리피해 수술

서리 피해

저온 피해

그림 4.3. 배 피해 증상

그림 4.4. 포도 피해 증상

1.2.2 상해, 한해, 동해의 대책

- 재배상의 기본대책은 피해의 위험시기, 위험지를 피하는 것과 저항력이 있는 품종이나 작물을 선택하여 건전한 생육을 시키는 것이다
- 시비관리가 매우 중요한데, 과수에서 비료를 많이 주어 생육이 늦게까지 이어질 경우에는 내동성의 획득이 늦어 한해를 조장 한다
- 또한, 결실된 과일수의 조절, 전정, 병해충 방제 등 수세관리도 중요하다
- 기상환경적 대책으로는 작물체 부근의 기온이나 작물 체온의 저하를 막아 피해를 경감하는 방법과 피복물(거적, 합성섬유)에 의해 복사나 현열 방출을 방지함으로써 작물체의 냉각을 막는 방법이 있다
 - 연소법은 중유 등 연료와 헨 타이어나 건초 등을 태워 기온의 저하와 접지기층의 복사냉각을 막는다
 - 송풍법은 방상용 팬을 이용하여 역전층 내 상하의 공기를 혼합하여 하층 공기의 냉각을 막는다
 - 동결법은 작물체에 스프링클러로 물을 뿌려 결빙을 지속하면 물이 동결할 때의 잠열로 작물체온은 0도 부근에 유지할 수 있게 한다



연소법



송풍법



동결법

그림 4.5. 상해, 한해, 동해 대책법

-항구적 대책으로는 기상, 지형, 토지 조건에서 상해, 한해의 위험도를 구분하고 재배작물의 선정이나 토지이용의 합리화를 추진한다. 방풍림 혹은 냉기의 흐름이나 체류로부터 포장을 지키는 방상림 등을 설치하는 것과 국지기상 개량을 고려한 포장의 기반 정비를 한다

제2절 충북지역 봄철 아침최저기온 특성

충북지역은 한반도의 내륙 중앙에 위치해 있으며, 크고 작은 산맥의 영향으로 대륙성기후의 특성이 강하게 나타난다. 또한 바다가 없는 유일한 지역으로 농업활동도 활발해 봄철 아침최저기온이 생물의 발아 및 생육에 중요한 영향을 미친다.

봄철(3~5월) 충북 11개 시·군의 28개 AWS에서 관측한 아침최저기온 평년값을 비교해 주요작물 별 냉해온도와의 상관관계를 조사해 보았다.

사용한 자료의 기간은 대부분 1999년~2018년 이며, 관측기간이 짧은 일부지역(오창, 우암산, 송계, 백운)은 17~18년 동안의 자료로 통계값을 구했다.

충북지역에서 주로 발생하는 피해는 냉해로써 봄철 아침최저기온이 급격히 하강할 때 일어나며, 개화기에 많은 피해가 발생한다.

이에 주요 작물 별 냉해 한계온도 기준으로 충북 지역별 아침최저기온 분포를 권역별로 조사하였다. 작물 별 냉해온도는 아래 표와 같다.

표 4.1. 주요 작물별 냉해 한계 온도

영상 2도	고추, 오이, 가지 멜론, 참외, 호박	영하 1도	토마토
0도	무, 샐러리	영하 5도	쑥갓, 상추, 딸기
		영하 6도	배추

봄철 충북 권역별(북부, 중부, 남부) 작물에 대한 냉해 한계온도 범위에 들어가는 일수를 알아보기 위해 분석을 하였으며, 결과는 아래 그래프와 같다.

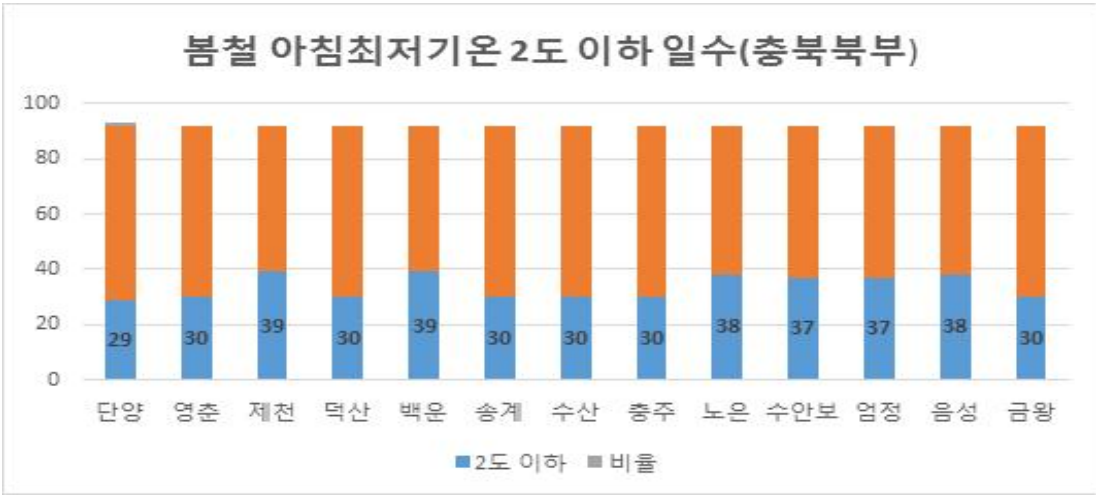


그림 4.6. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수(충북 북부)



그림 4.7. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수 비율(충북 북부)

표 4.2. 봄철 아침최저기온 2도 한계일(충북북부)

단양군		제천시					충주시				음성군	
단양	영춘	제천	덕산	백운	송계	수산	충주	노은	수안보	엄정	음성	금왕
3.30	3.31	4.9	4.4	4.9	3.31	3.31	3.31	4.7	4.7	4.7	4.8	3.31

충북 북부권역(단양군, 제천시, 충주시, 음성군)의 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수는 평균 33.6일이며, 전체 36.5%를 차지함. 제천의 백운지역은 39일, 42.4%를 차지함. 한계일은 백운이 4월 9일로 가장 늦고, 단양이 3월 30일로 가장 빠르다.

다음은 충북 중부권역의 2도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.

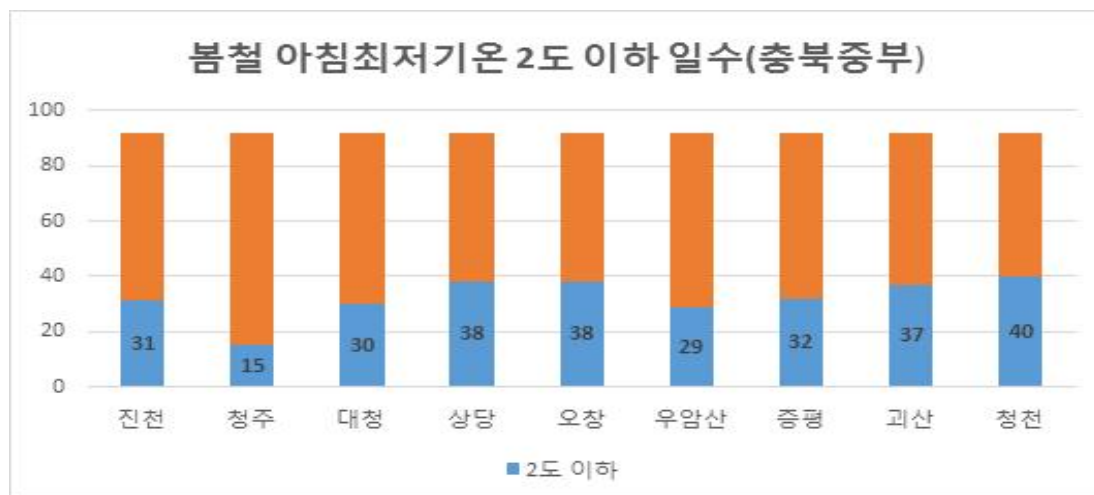


그림 4.8. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수(충북 중부)



그림 4.9. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수 비율(충북 중부)

표 4.3. 봄철 아침최저기온 2도 한계일(충북중부)

진천군	청주시					증평군	괴산군	
진천	청주	대청	상당	오창	우암산	증평	괴산	청천
3.31	3.16	3.30	4.08	4.08	3.30	4.02	4.07	4.10

충북 중부권역(진천군, 청주시, 증평군, 괴산군)의 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수는 평균 32.2일이며, 전체 35%를 차지함. 괴산의 청천지역은 40일, 43.5%를 차지함. 한계일은 청천이 4월 10일로 가장 늦고, 청주가 3월 16일로 가장 빠르다.

다음은 충북 남부권역의 2도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.

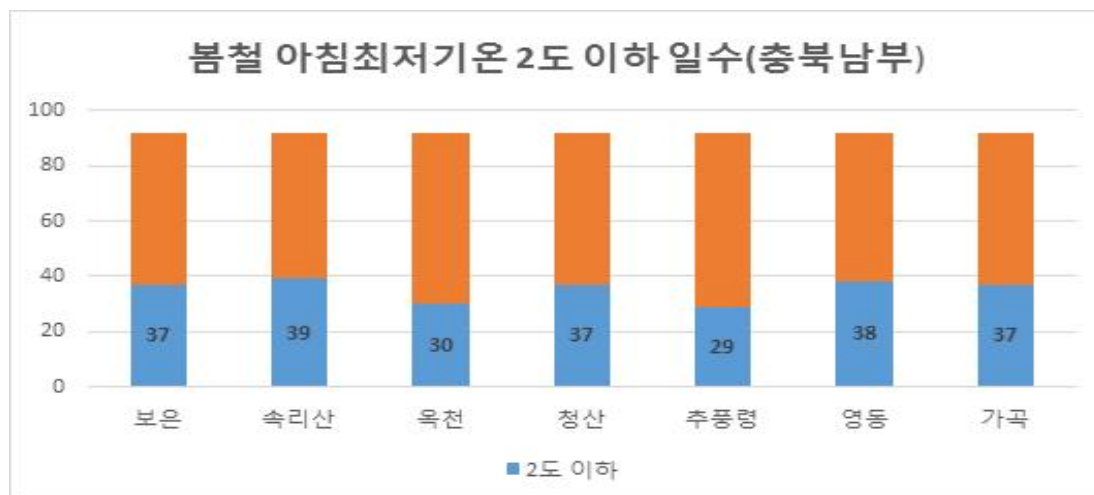


그림 4.10. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수(충북 남부)



그림 4.11. 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수 비율(충북 남부)

표 4.4. 봄철 아침최저기온 2도 한계일(충북남부)

보은군		옥천군		영동군		
보은	속리산	옥천	옥천청산	추풍령	영동	가곡
4.07	4.09	3.31	4.07	3.30	4.08	4.07

충북 남부권역(보은군, 옥천군, 영동군)의 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수는 평균 35.3일이며, 전체 38.4%를 차지함. 보은의 속리산면지역은 39일, 42.4%를 차지함. 한계일은 속리산면이 4월 9일로 가장 늦고, 추풍령이 3월 30일로 가장 빠르다.

다음은 충북 북부권역의 0도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.

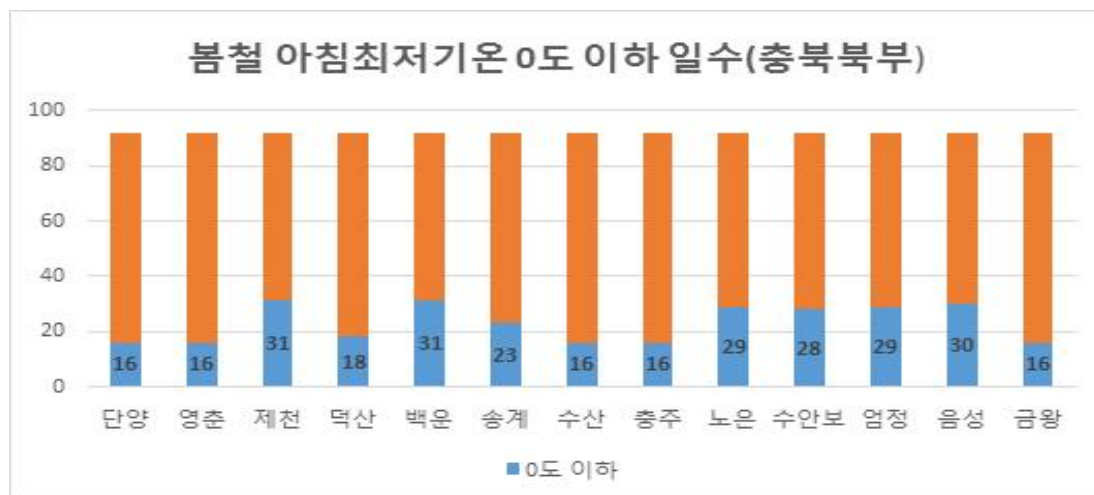


그림 4.12. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수(충북 북부)

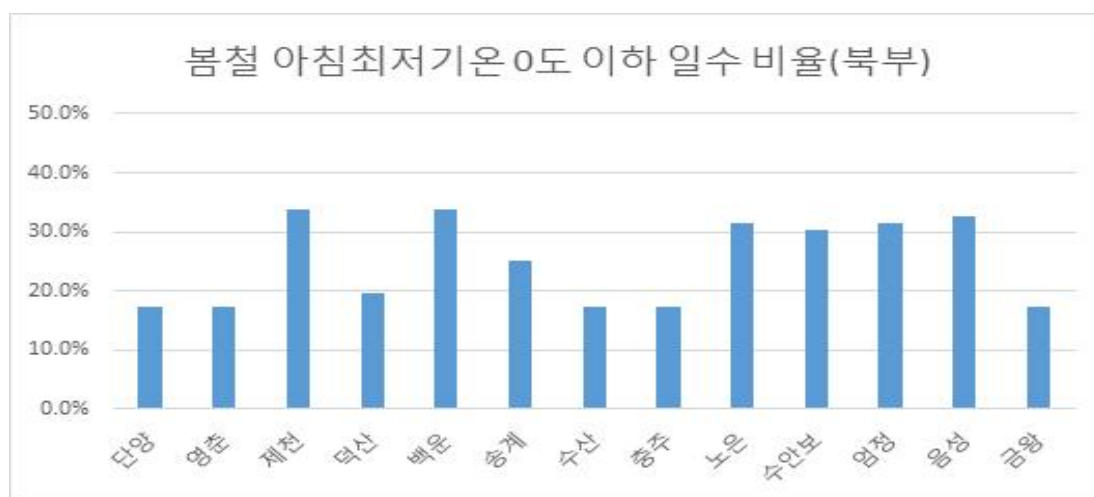


그림 4.13. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수 비율(충북 북부)

표 4.5. 봄철 아침최저기온 0도 한계일(충북북부)

단양군		제천시					충주시				음성군	
단양	영춘	제천	덕산	백운	송계	수산	충주	노은	수안보	엄정	음성	금왕
3.17	3.17	3.31	3.27	3.31	3.27	3.17	3.17	3.30	3.29	3.29	3.31	3.25

충북 북부권역(단양군, 제천시, 충주시, 음성군)의 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수는 평균 23일이며, 전체 25%를 차지함. 제천의 백운지역은 31일, 33.7%를 차지함. 한계일은 제천·백운·음성이 3월 31일로 가장 늦고, 단양·영춘·수산·충주가 3월 17일로 가장 빠르다.

다음은 충북 중부권역의 0도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.

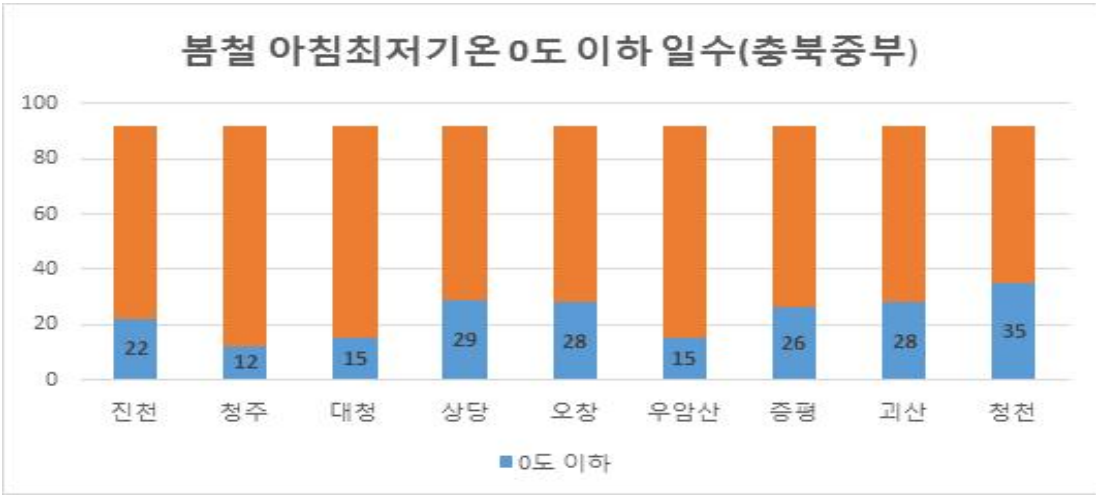


그림 4.14. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수(충북 중부)

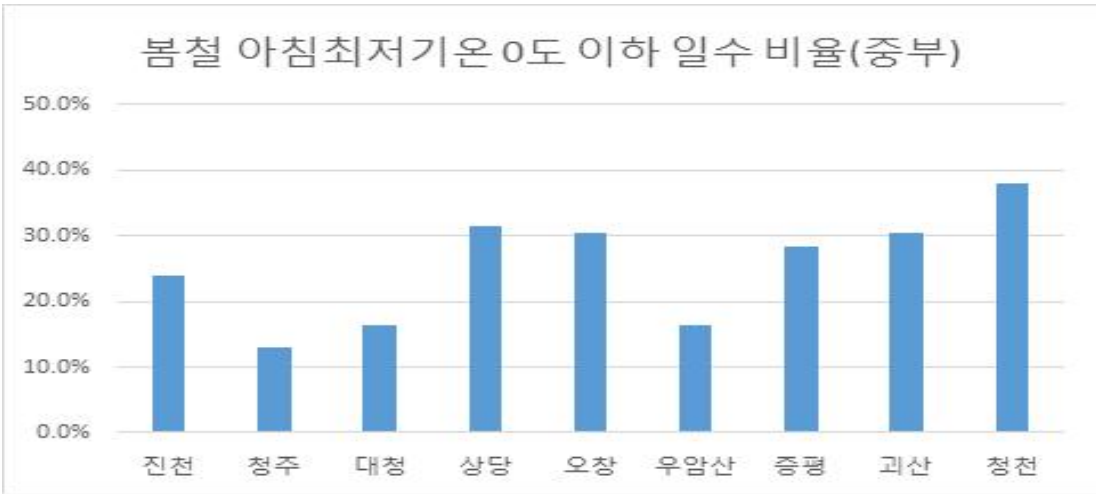


그림 4.15. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수 비율(충북 중부)

표 4.6. 봄철 아침최저기온 0도 한계일(충북중부)

진천군	청주시					증평군	괴산군	
진천	청주	대청	상당	오창	우암산	증평	괴산	청천
3.26	3.13	3.16	3.30	3.29	3.16	3.28	3.29	4.01

충북 중부권역(진천군, 청주시, 증평군, 괴산군)의 봄철 아침최저기온 2도 이하 일수는 평균 23.3일이며, 전체 25.4%를 차지함. 괴산의 청천지역은 35일, 38%를 차지함. 한계일은 청천이 4월 1일로 가장 늦고, 청주가 3월 13일로 가장 빠르다.

다음은 충북 남부권역의 0도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.

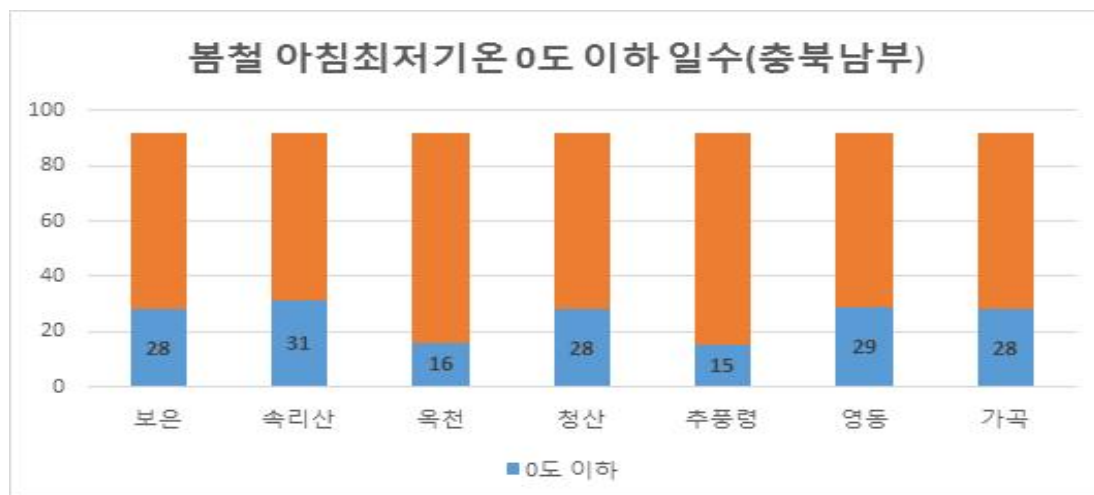


그림 4.16. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수(충북 남부)



그림 4.17. 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수 비율(충북 남부)

표 4.7. 봄철 아침최저기온 0도 한계일(충북남부)

보은군		옥천군		영동군		
보은	속리산	옥천	옥천청산	추풍령	영동	가곡
3.29	4.01	3.17	3.29	3.16	3.30	3.29

충북 남부권역(보은군, 옥천군, 영동군)의 봄철 아침최저기온 0도 이하 일수는 평균 25일이며, 전체 27.2%를 차지함. 보은의 속리산면지역은 31일, 33.7%를 차지함. 한계일은 속리산면이 4월 1일로 가장 늦고, 추풍령이 3월 16일로 가장 빠르다.

다음은 충북 북부권역의 -1도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.

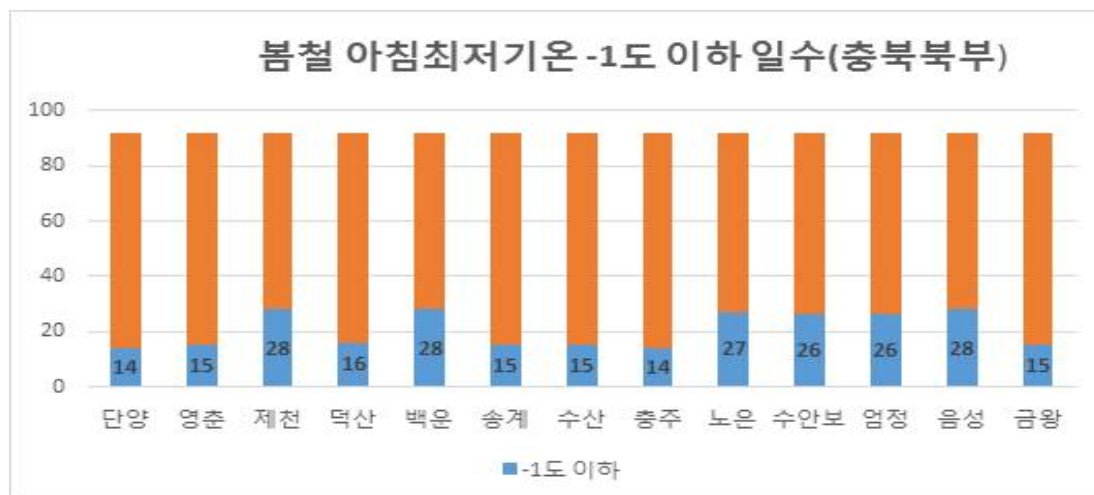


그림 4.18. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수(충북 북부)

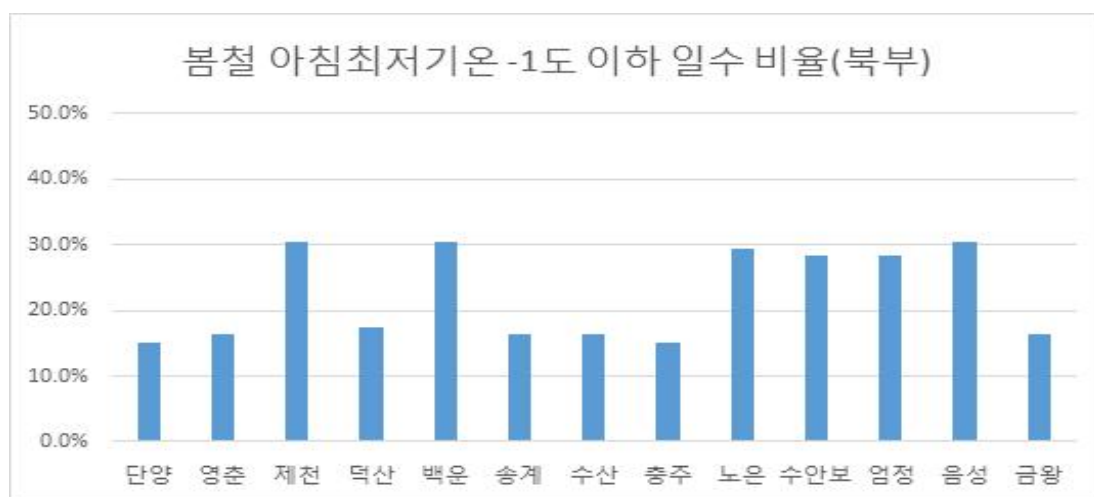


그림 4.19. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수 비율(충북 북부)

표 4.8. 봄철 아침최저기온 -1도 한계일(충북북부)

단양군		제천시					충주시				음성군	
단양	영춘	제천	덕산	백운	송계	수산	충주	노은	수안보	엄정	음성	금왕
3.15	3.16	3.29	3.16	3.29	3.16	3.16	3.15	3.18	3.17	3.27	3.29	3.16

충북 북부권역(단양군, 제천시, 충주시, 음성군)의 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수는 평균 20.5일이며, 전체 22.3%를 차지함. 제천과 백운지역은 28일, 30.4%를 차지함. 한계일은 제천·백운이 3월 29일로 가장 늦고, 단양·충주가 3월 16일로 가장 빠르다.

다음은 충북 중부권역의 -1도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.

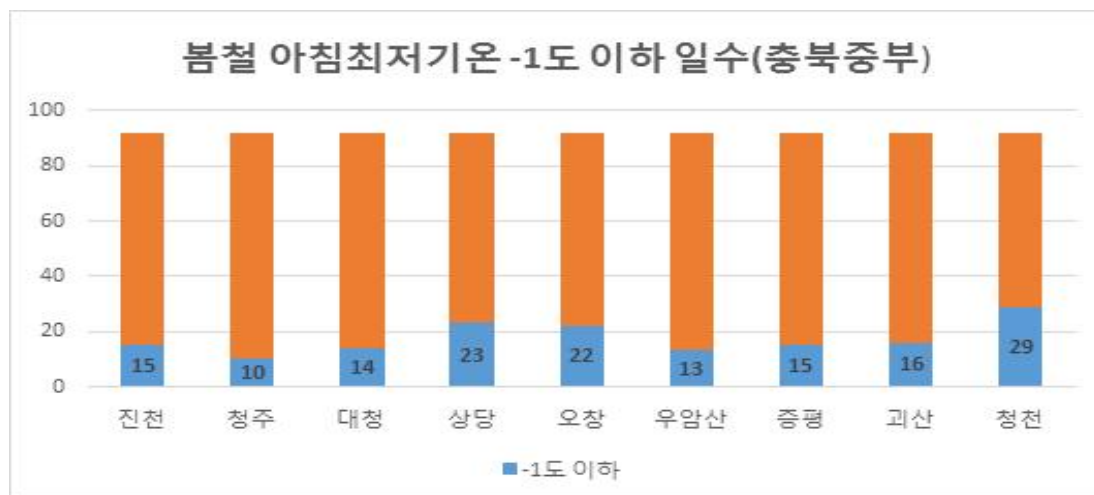


그림 4.20. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수(충북 중부)



그림 4.21. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수 비율(충북 중부)

표 4.9. 봄철 아침최저기온 -1도 한계일(충북중부)

진천군	청주시					증평군	괴산군	
진천	청주	대청	상당	오창	우암산	증평	괴산	청천
3.16	3.11	3.15	3.27	3.27	3.15	3.16	3.16	3.30

충북 중부권역(진천군, 청주시, 증평군, 괴산군)의 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수는 평균 17.4일이며, 전체 19%를 차지함. 괴산의 청천지역은 29일, 31.5%를 차지함. 한계일은 청천이 3월 30일로 가장 늦고, 청주가 3월 11일로 가장 빠르다.

다음은 충북 남부권역의 -1도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.

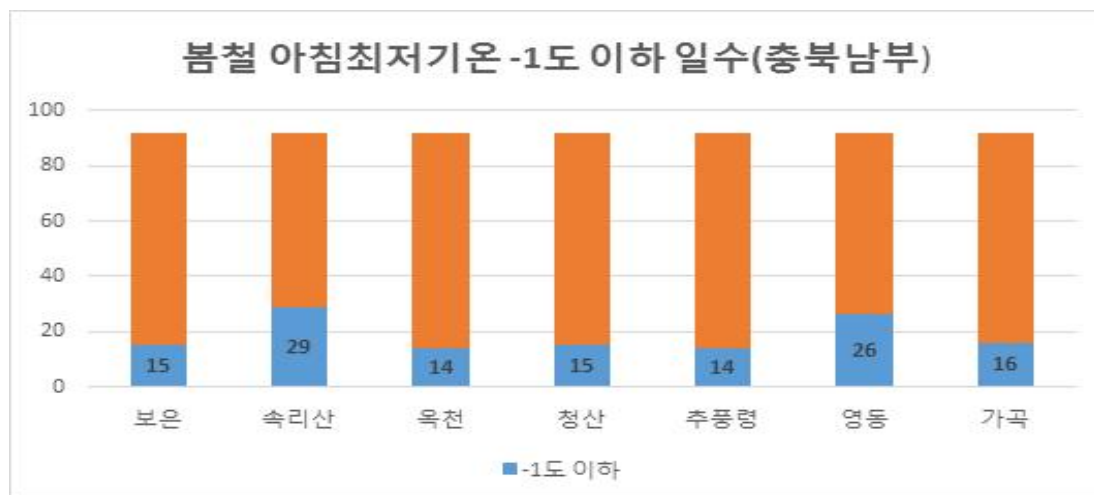


그림 4.22. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수(충북 남부)



그림 4.23. 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수 비율(충북 남부)

표 4.10. 봄철 아침최저기온 -1도 한계일(충북남부)

보은군		옥천군		영동군		
보은	속리산	옥천	옥천청산	추풍령	영동	가곡
3.16	3.30	3.15	3.16	3.14	3.27	3.17

충북 남부권역(보은군, 옥천군, 영동군)의 봄철 아침최저기온 -1도 이하 일수는 평균 18.4일이며, 전체 17.4%를 차지함. 보은의 속리산면지역은 29일, 31.5%를 차지함. 한계일은 속리산면이 3월 30일로 가장 늦고, 추풍령이 3월 14일로 가장 빠르다.

다음은 충북 북부권역의 -5도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.

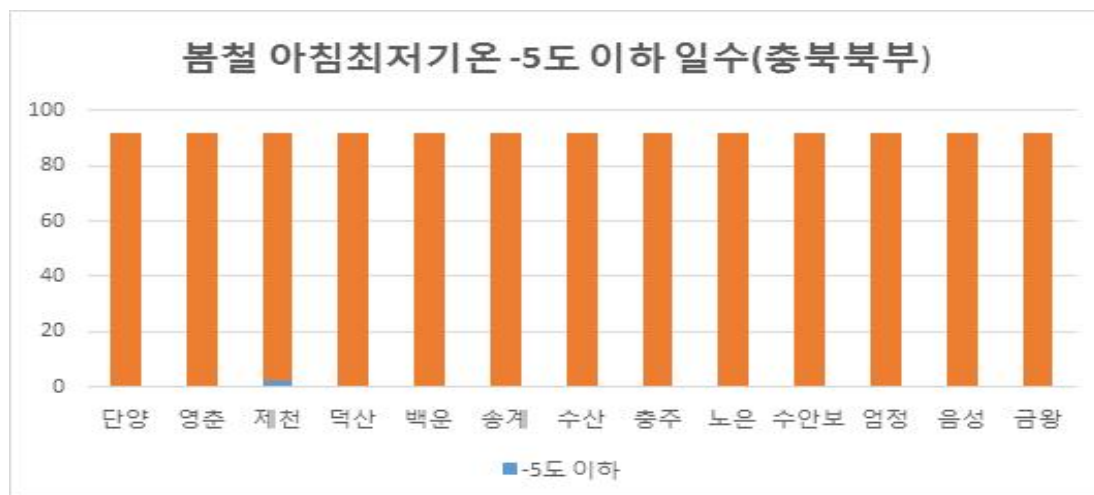


그림 4.24. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수(충북 북부)



그림 4.25. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수 비율(충북 북부)

표 4.11. 봄철 아침최저기온 -5도 한계일(충북북부)

단양군		제천시					충주시				음성군	
단양	영춘	제천	덕산	백운	송계	수산	충주	노은	수안보	엄정	음성	금왕
		3.10										

충북 북부권역(단양군, 제천시, 충주시, 음성군)의 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수는 평균 0.2일이며, 전체 0.2%를 차지함. 제천지역이 2일, 2.2%를 차지함. 한계일은 제천지역만 3월 10일이며 유일이다.

다음은 충북 중부권역의 -5도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.



그림 4.26. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수(충북 중부)



그림 4.27. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수 비율(충북 중부)

표 4.12. 봄철 아침최저기온 -5도 한계일(충북중부)

진천군	청주시					증평군	괴산군	
진천	청주	대청	상당	오창	우암산	증평	괴산	청천
								3.03

충북 중부권역(진천군, 청주시, 증평군, 괴산군)의 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수는 평균 0.6일이며, 전체 0.6%를 차지함. 괴산의 청천지역은 5일, 5.4%를 차지함. 한계일은 청천지역만 3월 3일이며 유일이다.

다음은 충북 남부권역의 -5도 이하를 분석하였으며, 결과는 아래 그래프로 나타내었다.



그림 4.28. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수(충북 남부)

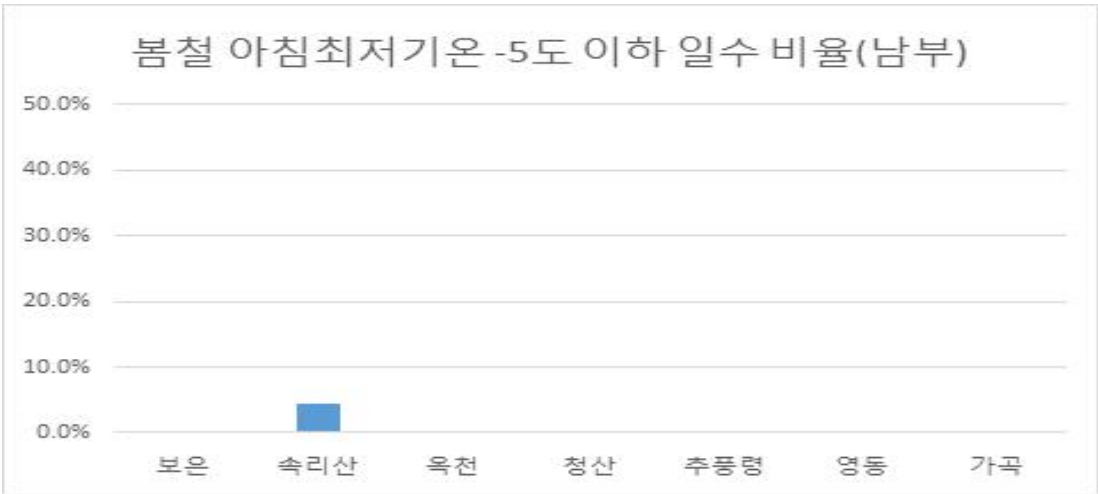


그림 4.29. 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수 비율(충북 남부)

표 4.13. 봄철 아침최저기온 -5도 한계일(충북남부)

보은군		옥천군		영동군		
보은	속리산	옥천	옥천청산	추풍령	영동	가곡
	3.03					

충북 남부권역(보은군, 옥천군, 영동군)의 봄철 아침최저기온 -5도 이하 일수는 평균 0.6일이며, 전체 0.6%를 차지함. 보은의 속리산면지역은 4일, 4.3%를 차지함.

한계일은 속리산면이 3월 3일이며, 유일하다.

충북지역의 작물 별 냉해 한계 온도를 정리하면 아래 표와 같다.

표 4.14. 봄철 충북지역 냉해한계 온도

권역	지역	AWS 명	작물 별 냉해 한계 온도			
			영상 2도	0도	-1도	-5도
			고추, 오이, 가지, 멜론, 참외, 호박	무, 샐러리	토마토	쭈갓, 상추, 딸기
충북 북부	단양군	단양	3. 30.	3. 17.	3. 15.	
		영춘	3. 31.	3. 17.	3. 16.	
	제천시	제천	4. 9.	3. 31.	3. 29.	3. 10.
		덕산	4. 4.	3. 27.	3. 16.	
		백운	4. 9.	3. 31.	3. 29.	
		송계	3. 31.	3. 27.	3. 16.	
		수산	3. 31.	3. 17.	3. 16.	
	충주시	충주	3. 31.	3. 17.	3. 15.	
		노은	4. 7.	3. 30.	3. 18.	
		수안보	4. 7.	3. 29.	3. 17.	
		엄정	4. 7.	3. 29.	3. 27.	
	음성군	음성	4. 8.	3. 31.	3. 29.	
		금왕	3. 31.	3. 25.	3. 16.	
충북 중부	진천군	진천	3. 31.	3. 26.	3. 16.	
	청주시	청주	3. 16.	3. 13.	3. 11.	
		대청	3. 30.	3. 16.	3. 15.	
		상당	4. 9.	3. 30.	3. 27.	
		오창	4. 8.	3. 29.	3. 27.	
		우암산	3. 30.	3. 16.	3. 15.	
	증평군	증평	4. 2.	3. 28.	3. 16.	
	괴산군	괴산	4. 7.	3. 29.	3. 16.	
		청천	4. 10.	4. 1.	3. 30.	3. 3.
충북 남부	보은군	보은	4. 7.	3. 29.	3. 16.	
		속리산	4. 9.	4. 1.	3. 30.	3. 3.
	옥천군	옥천	3. 31.	3. 17.	3. 15.	
		옥천청산	4. 7.	3. 29.	3. 16.	
	영동군	추풍령	3. 30.	3. 16.	3. 14.	
		영동	4. 8.	3. 30.	3. 27.	
		가곡	4. 7.	3. 29.	3. 17.	

제5장 한파 현장답사 및 한파사례 분석

제1절 한파 영향예보 추진을 위한 현장 조사 결과

충청북도의 한파 영향예보 수행을 위한 충북지역의 지형파악과 한파지역 현장점검을 통해 예보역량 향상과 향후 영향예보 추진을 위해 아래와 같이 조사를 하였다.

표 5.1 한파 위험지역 현장점검 일정

구분	일정	조사자	조사지역	방문기관
조사1팀	10.10.~11.	김진석, 김민호, 박승빈	진천, 음성, 충주	음성군청
조사2팀	11.25.~26.	김순, 김경록, 김지영	제천, 단양, 괴산	제천시청
조사3팀	10.15.~16.	박종수, 김응식, 이혜정, 나은미	보은, 괴산, 충주	괴산군청
조사4팀	10.21.~22.	이상래, 황인우, 서우석	영동, 옥천	영동군청

1. 조사 1팀(충주, 진천, 음성) 지형 조사

1.1 답사구역 지형 분석

1.1.1 충주시

충주시는 내륙 중앙부에 위치하여 연교차가 큰 대륙성 기후를 보이며, 소백산맥의 지류인 계명산(775m)과, 남산(636m) 등 사방이 300~800m 내외의 크고 작은 산에 둘러싸인 산간분지로서 일교차가 크게 나타남. 동쪽에는 충주호, 북서쪽에는 중앙을 가로질러 흐르는 남한강이 위치하며 지류를 따라 충주댐과 조정지댐이 설치되어 있음.

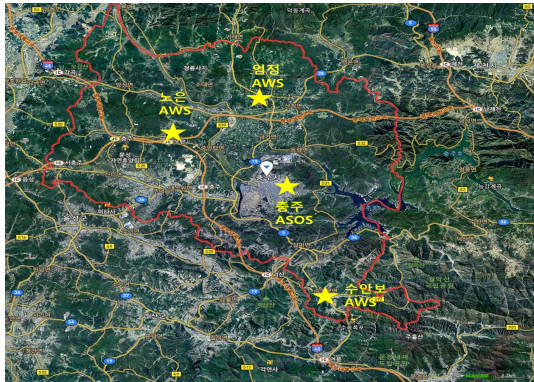
1.1.2 음성군

음성군은 한강과 금강의 수계로 분류되는 국토의 중심에 위치한 내륙으로 차령산맥

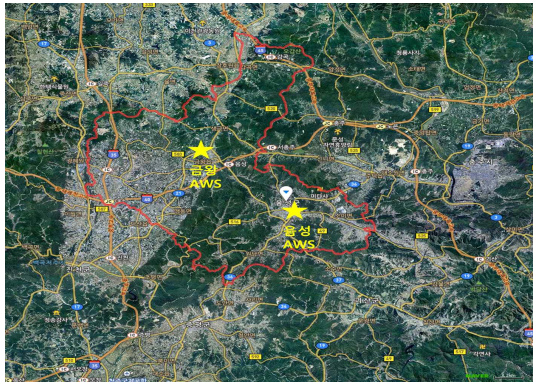
과 노령산맥이 음성군의 북서부에서 분기하고 있어 야산과 구릉지가 많은 것이 특징이며, 기온의 연교차가 심한 대륙성 기후를 나타냄. 여름에는 집중호우가 빈번하고, 겨울에는 인근지역보다 눈이 많이 내림.

1.1.3 진천군

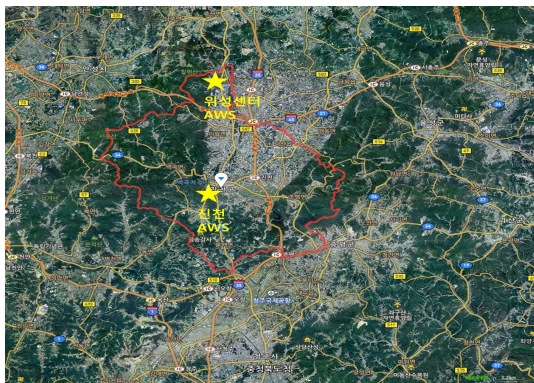
진천군은 서운산(547m)과 옥녀봉(457m) 등 북동에서 남서로 뻗어져 있는 차령산맥의 연봉이 위치하고 있어, 중앙부와 북부의 평야지대를 제외하면, 대부분지역이 비교적 높고 험준한 산지를 이루고 있음. 내륙에 위치하여 기온의 연교차가 심한 대륙성 기후를 나타냄.



충주시 지형 및 관측지점



음성군 지형 및 관측지점



진천군 지형 및 관측지점



지형답사 이동경로

그림 5.1 조사1팀 조사지역 위성사진 및 이동경로

2. 조사 2팀(제천, 단양, 괴산) 지형 조사

2.1 답사구역 지형 분석

2.1.1 제천시

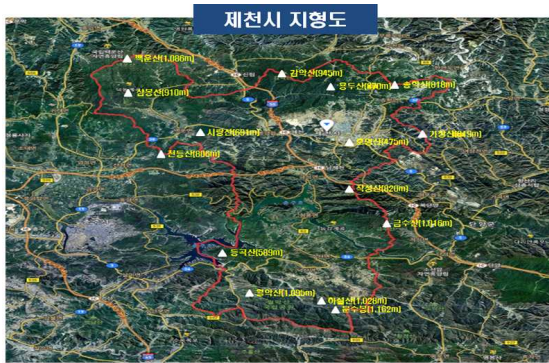
- 제천시는 동쪽으로 단양군과 강원도 영월군, 서쪽으로는 충주시와 접함. 높은 산으로 둘러싸인 분지지형으로 시의 북쪽으로는 차령산맥의 봉우리 중 용두산(870m), 감악산(945m)있고, 남쪽으로는 소백산맥(1000m이상)이 경상북도와 경계를 이루고, 서쪽은 청동산(806m), 동쪽 왕박산(597m)가 있어 북쪽과 남쪽이 높고 서쪽과 동쪽은 비교적 낮음. 제천은 분지형 도시로서 일교차가 크고 충주호(청풍호)와 산지의 영향으로 위험기상이 발달하기 좋은 지형적인 조건을 갖추고 있음 (수몰면적: 제천 64% 충주 27.5% 단양 8.5%)
- 제천자동기상관측소는 해발고도 260m에 위치하며 제천시청에서 북쪽에 위치하고 전면으로 약 6km 지점에 해발 424.6m의 성산이 위치하고, 후면에는 약 3m 지점에 870m의 용두산이 있고, 서쪽과 동쪽도 산으로 둘러쳐진 전형적인 분지형태로 풍향, 풍속의 영향이 약하여 겨울철 맑은 날 복사냉각 효과가 큼

2.1.2 단양군

- 단양군은 충청북도 북동부에 있는 군으로 소백산맥·노령산맥·차령산맥으로 둘러싸여있음. 대부분이 산악으로 이루어져 험준한 산세를 형성하고 있음. 주수계는 남한강 상류로서 단양을 관통하여 충주호를 형성하며, 지류로서 오대산에서 발원한 평창강등이 소백산에서 발원한 죽령천, 단양천, 금곡천 등과 합류하여 남한강(충주호)으로 유입됨. 산간내륙지방으로 일교차가 심한대륙성 기후를 나타냄
- 단양 AWS는 단양군 중심부의 단양농업기술센터 내에 위치하고 있으며, 주변에 관공서가 밀집되어 있으나 관측환경은 비교적 양호한 편이고 남한강 상류가 도시를 〇형으로 휘감으며 흐르고 있음

2.2.3 괴산군

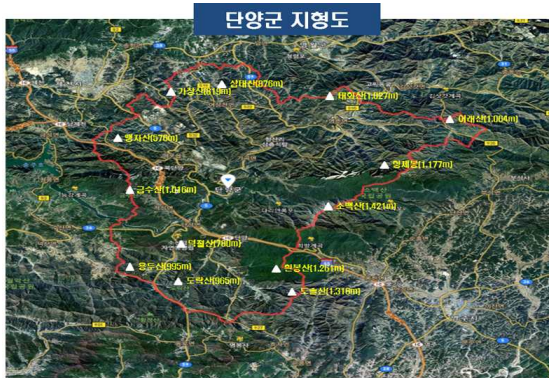
- 괴산군은 남동지역이 소백산맥과 접하여 북동에서 남서로 달려서 남동지역은 높고 험준하며 북서부는 낮음. 남부는 소백산맥과 연결된 대야산(931m), 조항산(951m), 동쪽으로는 박달산(825m), 조령산(1,025m) 등이 연봉을 이루며 산간지대를 형성하고 있고, 동쪽으로는 칠보산(778m), 보광산(539m)이 위치해 있음. 북서부는 대부분 500m이하 구릉성 산지가 산재하고 하천을 따라 좁은 형태임. 내륙에 위치하면서 대륙성 기후의 특성을 나타내고 있음.
- 청천AWS는 청천면 송면리에 위치하면서, 100m이내 화양천과 광평천의 합류되는 지점에 있으며 인근(2~3km)에 사랑산(647m), 가령산(642m), 대야산(931m)이 위치하고 주변으로 크고 작은 산들로 둘러싸인 분지지형으로 복사냉각에 의한 안개 발생가능성이 높은 지역임. 인근으로 49번, 32번, 922번 지방도로가 지나고 있으므로 주의 깊은 안개감시가 필요한 지역임.
- 괴산AWS는 괴산군 농업기술센터 내에 위치하고, 주변으로 크고 작은 산들로 둘러싸인 분지지형으로 복사냉각에 의한 안개 발생가능성이 높은 지역임. 인근로 19번, 37번, 34번 지방도로가 지나고 있으므로 주의 깊은 안개감시가 필요한 지역임.



제천시 지형



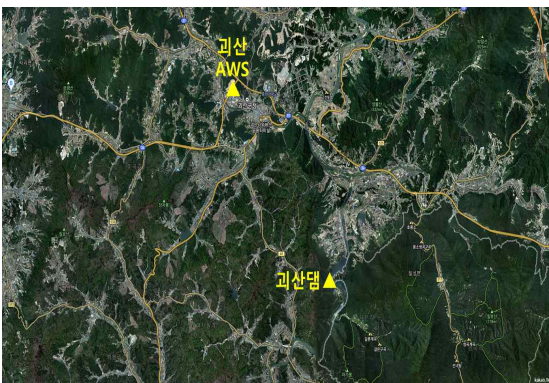
수산 AWS



단양군 지형



영춘 AWS



괴산군 지형



청천 AWS

그림 5.2 조사2팀 조사지역 지형도 및 AWS 사진

3. 조사 3팀(보은, 괴산, 충주, 제천) 지형 조사

3.1 답사구역 지형 분석

3.1.1 보은군

- 충청북도 남부에 위치한 보은군은 지형 대부분이 산지로 이루어져 있으나 소백산맥과 노령산맥의 사이에 일부 평야지대를 이루고 있음. 보은의 중심 하천인 보청천은 옥천군 청산면을 거쳐 금강 본류에 합류함. 기온의 연교차가 큰 편이며, 겨울과 여름이 긴 내륙기후의 성격을 띠며. 또한 속리산에 의한 지형성 강우가 많음.
- 보은ASOS는 보은읍 중앙부에 위치해 있으며, 서쪽으로 보청천이 흐르고 있음. 국도 19번과 25번이 교차하는 보은교차로가 인접해 있어 강설 현상이 나타나거나 예상될 때 철저한 감시와 주의가 필요함. 속리산국립공원 관리사무소에 위치한 속리산AWS는 서쪽으로 달천이 흐르고 있음. 속리산AWS의 경우, 관측소 주변에 수목이 많은 편임. 나무에 맺힌 이슬 등의 영향으로 강수가 감지되거나 강수량이 기록될 수 있는 등의 관측 장애 예방을 위해 주기적인 관리가 필요함.

3.1.2 괴산군

- 충청북도의 중앙부에 위치한 괴산군은 대부분이 산지와 구릉으로 이루어져 있음. 겨울에 장기간 추운 날씨가 계속되고, 북서계절풍의 바람받이에 위치하여 강설량도 많은 편임. 괴산의 작년(2018년) 한파일수는 22일로 충북 도내에서 2위를 기록하였음. 괴산댐에 의해 형성된 칠성호가 수증기 공급처가 되기도 하므로 강수 현상이 나타나거나 예상될 때 주의해야 함.
- 괴산AWS는 괴산군농업기술센터 내에 위치하여 관측환경이 잘 조성되어 있음. 괴산AWS의 북쪽에는 부엉디미산이 위치해 있으며, 서쪽과 남쪽으로는 동진천이 흐르고 있음. 청천AWS는 캠핑장 내에 위치해 있으며, 관측소 바로 주변에 관평천과 화양천이 흐르고 있음. 때문에 강수가 감지될 때 그것이 강수에 의한 것인지, 안개 등으로 인한 것인지에 대한 관측자의 면밀한 판단이 요구됨.

3.1.3 충주시

- 충청북도의 북부에 위치한 충주시는 소백산맥과 차령산맥으로 둘러싸인 남고북저형의 산간분지임. 때때로 산간지대의 지형적 강우 현상으로 집중호우가 내리기도 함. 충주는 충청북도 최저기온 극값 순위 1~3위를 기록할 정도로 추운 지역이나 작년(2018년)은 한파 일수가 8일로 도내 한파 일수 순위는 5위에 그쳤음.
- 충주 종민동과 도량면 조동리 사이에 위치한 충주댐은 1985년 건설된 국내 최대의 콘크리트 다목적댐임. 충주댐 건설로 조성된 충주호는 분지 환경에 주요 습기 공급처가 되고 있음. 겨울철 찬 공기와 비교적 따뜻한 충주호의 수온의 온도차로 대기 불안정이 일어나므로 겨울철 강수 예보에 주의가 필요함. 한편 충주는 충주호의 영향으로 안개일수가 72.5% 증가하기도 하였음.

표 5.2 충주댐 제원

충 주 댐			
높이	97.5 m	유역면적	6,648.0 km ²
길이	447.0 m	저수면적	97.0 km ²
정상표고	147.5 m	총 저수용량	27억5000만 t
체적	90만2천 m ³	상시만수위	141.0 m

- 충주ASOS는 관측 환경이 매우 좋으며, 관측소의 북쪽으로는 교현천이 흐르고 있음. 충주의 남단에 위치한 수안보AWS의 경우, 관측소 주변이 산으로 둘러싸여 있어 눈구름대가 걸리면 쉽게 넘어가지 못해 많은 눈이 내리는 경우가 있음. 수안보AWS는 눈이 쌓이면 쉽게 녹지 않는 경향이 있어 적설 관측에 주의해야 함.

3.1.4 제천시

- 충청북도의 북동부에 위치한 제천시는 북쪽으로는 차령산맥이 지나고, 남쪽으로는 소백산맥이 경상북도와 경계를 이루고 있음. 때문에 북쪽과 남쪽은 높고 서쪽과 동쪽은 낮은 지형을 이루고 있음. 제천시의 남쪽에는 월악산이 있고, 의림지와 충주호가 있음. 높은 해발고도와 바다와의 먼 거리로 인해 한서의 차가 심한 대륙성 기후 특성을 띠. 제천은 작년(2018년) 한파 일수가 23일로 충북 도내에서 1위를 기록하였음.

4. 조사 4팀(보은, 영동, 옥천) 지형 조사

4.1 답사구역 지형 분석

4.1.1 영동군

- 충북남부내륙으로 동쪽은 경북 김천시, 상주시, 서쪽은 충남 금산군, 남쪽은 전북 무주군, 북쪽은 옥천군과 접해있음. 소백산맥과 노령산맥이 갈라지는 곳에 위치하여 군 전체가 산으로 둘러싸인 분지형태를 가지고 있으며, 특히 남쪽으로는 민주지산, 각호산 등 해발고도 1000m 이상의 높은 산들이 모여 있음.
- AWS 북서쪽에 농업기술센터 청사가 위치해 있고, 남쪽으로는 도로와 접하고 있음. 주변에 특별히 장애물이 없어 기류에 영향을 주지 않음. 북쪽으로 낮은 산이 가깝게 위치하고 있으며, 복사냉각에 의한 기온하강과 일사에 의한 기온상승 폭이 큼.
- 충청북도의 최남단에 위치한 내륙지방으로 일교차가 심한 대륙성 기후를 보임. 연평균기온 11.8℃, 1월 평균기온 -3.5℃, 8월 평균기온 25.9℃로 연교차가 29.4℃로 크며, 연강수량은 1012mm임.

4.1.2 옥천군

- 충북남부내륙으로 금강 상류가 남북을 관통하며, 동쪽이 높고 서쪽이 낮은 지형적 특징을 지니고 있음. 동쪽의 소백산맥에 있는 팔음산(762m)을 최고봉으로 하여, 남쪽으로는 천금산·천관산·도덕봉·월이산, 북쪽으로는 삼승산·금적산·덕대산이 '八'자 모양을 이루며 군을 둘러싸고 있는 산이 많고 평지가 적은 산악 지대임.
- AWS 북서쪽에 농업기술센터 청사가 위치해 있고, 사면이 낮은 산으로 둘러싸인 내륙분지 형태로 복사냉각에 의한 기온하강과 일사에 의한 기온상승 폭이 큼.
- 한국의 중남부 내륙에 위치하여 한랭건조하고 긴 겨울과 고온다습하고 긴 여름이 계속되는 대륙성 기후를 보임. 연평균기온 11.8℃, 1월 평균기온 -3.8℃, 8월 평균기온 26℃로 연교차가 29.8℃로 한서의 차가 크며, 연평균강수량은 1,147mm임. 옥천군은 소백산맥과 노령산맥의 영향으로 500m 내외의 산지로 둘러싸여 전체적으로 옥천분지를 이루며, 곳곳에 구릉성 산지가 분포함. 대청호로 유입되는 금강 중상류 유역에 위치하고 있으며, 서화천과 보청천, 이원천 등 소규모 하천이 금강 본류로 유입되고 있음.

4.1.3 보은군

- 보은은 동쪽 경상북도와의 경계에는 소백산맥이 뻗어 있고, 서쪽 청원군과의 경계에는 노령산맥에 딸린 산지가 중첩하는 커다란 분지형태임.
- 관측장소 주위에는 삼년산성, 보은상고, 보은군청, 공설운동장이 있으나 관측 장소와의 거리는 500~600m 떨어져 있고, 주변이 농경지로 구성되어 있음.
- 중부 내륙지방에 위치하여 위도에 비해 한서 차이가 심하며, 겨울과 여름이 긴 내륙기후의 성격을 띠.



추풍령 지형



가곡 AWS 지형



옥천 AWS 지형



옥천청산 AWS 지형



보은기상관측소 지형



속리산 AWS 지형

그림 5.4 조사4팀 조사지역 지형도 및 항공사진

제2절 한파 사례분석

1. 조사 1팀(2018. 10. 11. 한파특보 사례 분석)

1. 서론

2018년 10월 11일 충북지역의 아침기온이 전일대비 10도 이하로 낮은 지역이 많이 발생하였음. 충북지방 10월 10일은 최저기온이 12~14도의 분포를 보였으나 10월 11일은 전일에 비해 0~6도 분포로 10도 이하의 편차가 나타났음.

10일 아침최저기온은 충주 13.5 보은 12.1 제천 11.7 청주 14.0 추풍령 11.6도로 나타났으며, 11일 아침최저기온은 충주 2.0 보은 1.5, 제천 0.4 청주 6.3 추풍령 2.6도를 기록하였음.

2. 분석

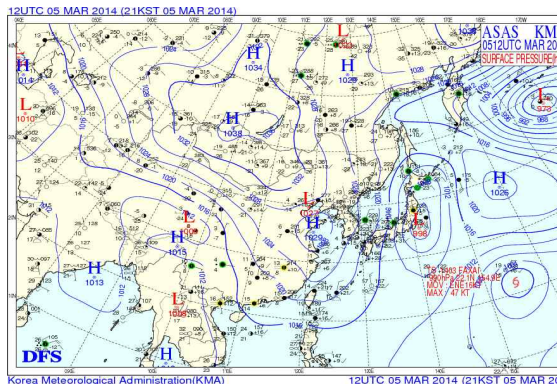


그림 5.5 지상 일기도(2018.10.10. 00UTC)

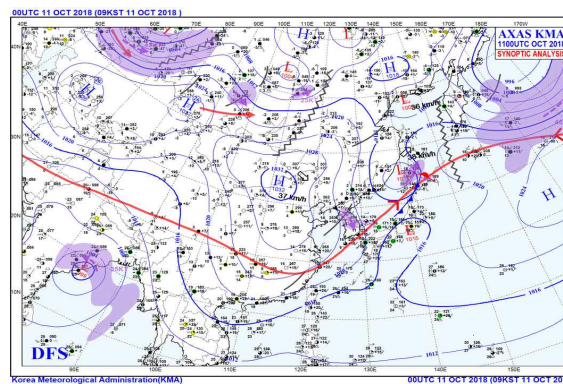


그림 5.6 지상 일기도(2018.10.11. 00UTC)

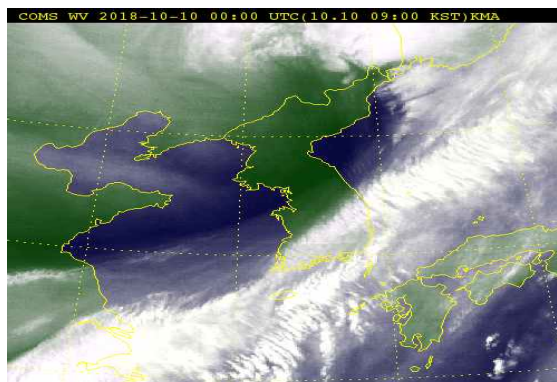


그림 5.7 수증기 위성영상(2018.10.10. 00UTC)

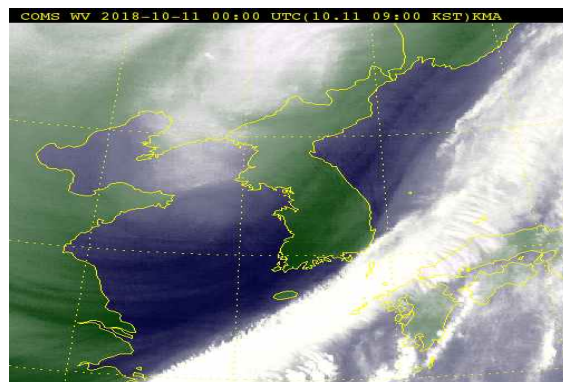


그림 5.8 수증기 위성영상(2018.10.11. 00UTC)

- 북쪽중심 상하층 발달한 저기압 통과, 한랭전선의 끝이 중부지방(충북충북부중심) 위치하여 비구름, 북서지역(경기도 및 북쪽은 건조한 한기역 기온하강폭 큼)
- 위성영상 충북지방 구름대 위치하여 최저기온의 하강 저지됨
- 상하층 발달한 저기압 통과이후 기압골 후면으로 북쪽에서 확장하는 고압대 영향으로 맑은 날씨, 건조한 한기 영향권
- 위성수증기영상 충북지방 포함 한반도 전역 건조한 한기 영향권

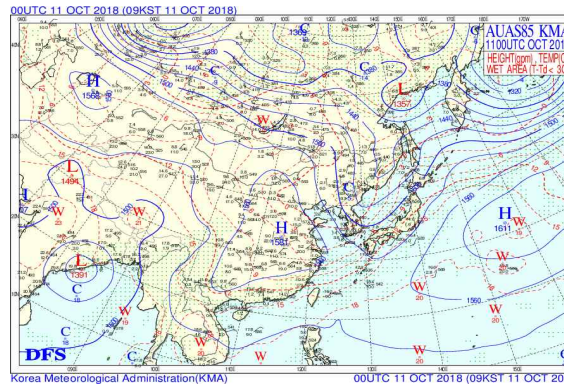
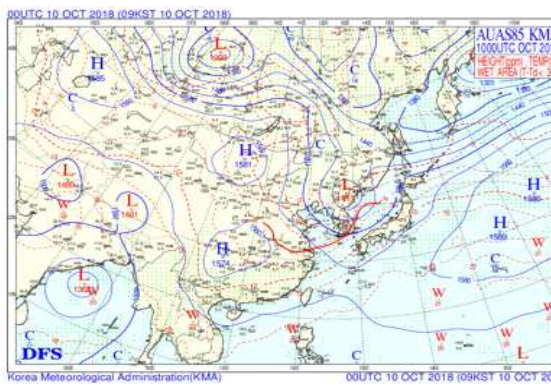


그림 5.9 850hPa일기도(2018.10.10. 00UTC) 그림 5.10 850hPa일기도(2018.10.11. 00UTC)

- 850hPa 00UTC에서 충북지방 3도선 위치, 몽골 동쪽, 만주 한기위치, 점차 건조역 접근
- 850hPa 00UTC에서 충북지방 0도선 위치, 한만국경 -5도 한기핵, 전일보다 상층 1.5km 상층한기 지배

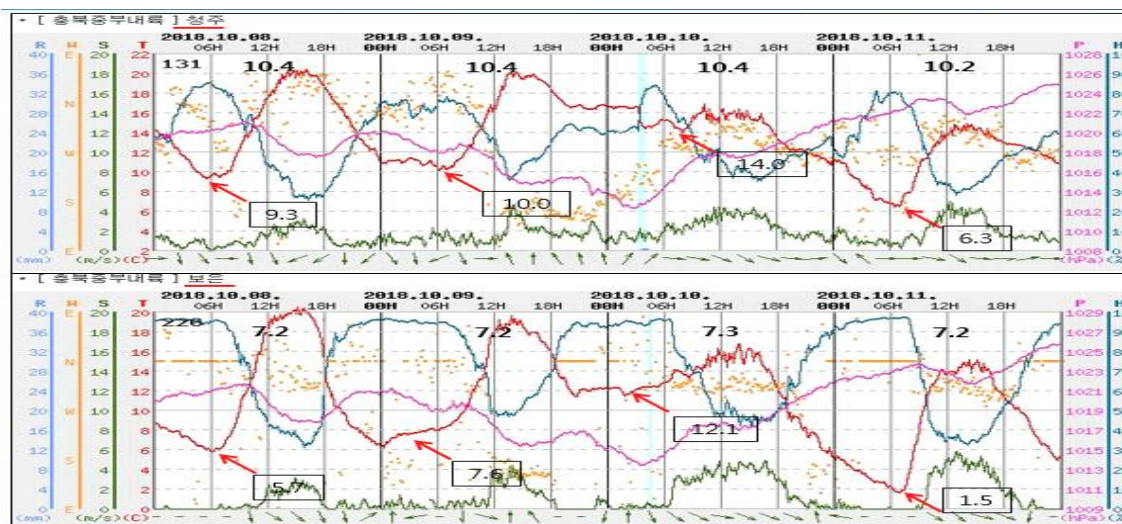


그림 5.11 시계열 자료 분석 (청주 및 보은 ASOS시계열 10.8~10.11/4일간)

- 적색 기온자료로 10일 04시경 약한 강수로 하늘상태가 흐려 아침기온이 평년보다 높았고, 강수종료 이후 맑은 날씨에 11일 아침은 평년보다 약간 낮은 기온을 나타냄
- 청주는 전날보다 10도 이내로 기온 하강폭이 적었으나, 보은지점은 10일과 11일의 아침최저기온이 10도 이상으로 떨어짐

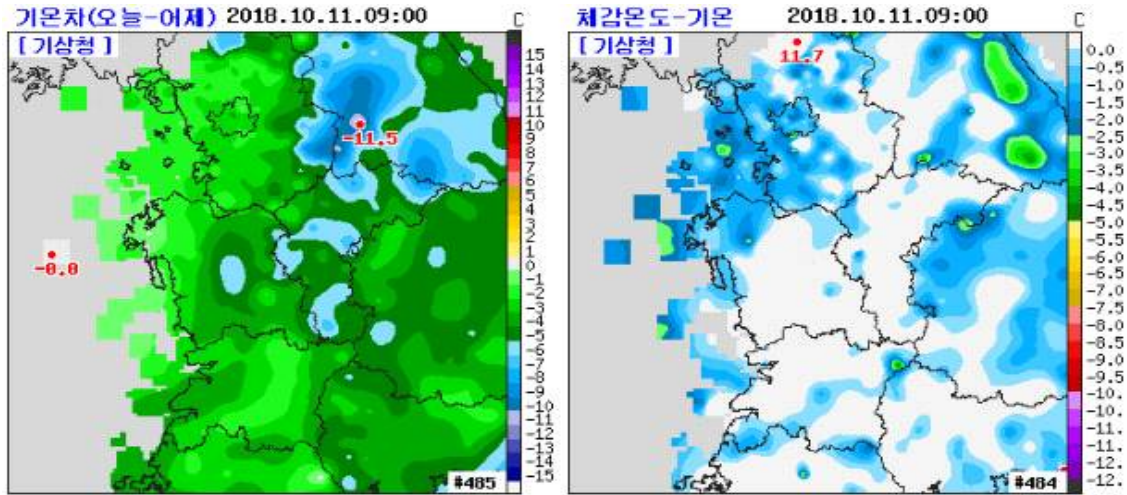


그림 5.12 최저기온 기온차(2018.10.10. 00UTC) 그림 5.13 체감온도-기온 (2018.10.11. 00UTC)

아침최저기온 현황 (요약)													
2018년 10월 10일						2018년 10월 11일						전일 당일 차이	평년값
지점		아침최저기온		일최저기온		지점		아침최저기온		일최저기온			
		기온	시각	기온	시각			기온	시각	기온	시각		
131	청주	14.0	07:47	10.6	23:41	131	청주	6.3	06:47	6.3	06:47	7.7	10.2
226	보은	12.1	03:07	5.0	23:46	226	보은	1.5	06:32	1.5	06:32	10.6	7.2
603	괴산	12.1	03:01	3.9	23:57	603	괴산	0.7	06:13	0.7	06:13	11.4	
623	증평	13.9	05:10	7.2	23:49	623	증평	2.9	06:48	2.9	06:48	11.0	
127	충주	13.5	08:08	5.5	00:00	127	충주	2.0	06:34	2.0	06:34	11.5	8.6
602	진천	13.7	08:51	6.5	00:00	602	진천	2.9	06:02	2.9	06:02	10.8	
619	음성	12.2	03:01	3.6	23:46	619	음성	0.8	06:31	0.8	06:31	11.4	
221	제천	11.7	03:01	3.7	23:52	221	제천	0.4	06:08	0.4	06:08	11.3	6.9
601	단양	12.6	03:01	7.1	23:33	601	단양	3.8	06:38	3.8	06:38	8.8	
135	주풍령	11.6	03:01	8.4	23:15	135	주풍령	2.6	06:44	2.6	06:44	9.0	9.0
604	옥천	12.6	03:01	5.8	23:48	604	옥천	3.1	06:50	3.1	06:50	9.5	

- 10/10. 아침 07시까지 흐리고 아침까지 약한 비가 내리면서 최저기온이 떨어지지 않았고, 기압골 통과 후 차차 맑아짐. *10/11.에는 맑은 날씨가 이어지면서 복사냉각으로 최저기온 하강 폭이 컸음(최저기온 평년값 보다 1~4도 낮음분포)
- 10/10~10/11까지의 평년값 분포 : 최저기온 평년7~10℃, 최고기온 평년21~23℃.
- 10/11.아침최저기온이 11개 시·군 중 7개 시·군이 한파주의보 기준(아침 최저기온이 전날보다 최저보다 10℃이상 하강하여 3℃이하이고 평년값 보다 3℃가 낮을 것으로 예상될 때)도달, 63.6%에 해당

10/10. 17시 발표. 기온 예측값과 10/11 관측(실황) 차이

2018년 10월 10일 17시 발표 / 예보(공간편집) / 최고,최저기온

지점 ID	지명	비고	10일			11일						12일									
			18H	21H	24H	03H	06H	09H	12H	15H	18H	21H	24H	03H	06H	09H	12H	15H	18H	21H	24H
127	충주	예측					4.0			15.0					3.0				17.0		
		관측					2.0			15.1					0.9				17.2		
131	청주	예측					7.0			16.0					6.0				18.0		
		관측					6.3			15.1					5.8				17.4		
135	추풍령	예측					5.0			14.0					4.0				16.0		
		관측					2.6			13.8					2.6				16.2		
221	제천	예측					2.0			14.0					0.0				17.0		
		관측					0.4			14.9					-0.8				17.5		
226	보은	예측					4.0			15.0					3.0				17.0		
		관측					1.5			15.5					1.0				17.3		
601	단양	예측					5.0			14.0					4.0				16.0		
		관측					3.8			14.5					2.6				17.2		
602	진천	예측					5.0			15.0					4.0				17.0		
		관측					2.9			15.2					2.4				16.9		
603	괴산	예측					3.0			15.0					2.0				17.0		
		관측					0.7			15.0					0.0				17.1		
604	음성	예측					5.0			15.0					4.0				17.0		
		관측					3.1			15.0					2.1				16.4		
605	음성	예측					4.0			15.0					3.0				17.0		
		관측					2.5			15.7					1.4				17.3		
619	충성	예측					4.0			14.0					2.0				16.0		
		관측					0.8			15.3					-0.4				16.4		
623	충주	예측					6.0			15.0					4.0				17.0		
		관측					2.9			14.7					2.5				16.8		
624	상당	예측					3.0			13.0					2.0				16.0		
		관측					1.2			14.0					0.2				16.3		
630	노은	예측					3.0			14.0					2.0				16.0		
		관측					1.0			14.5					0.0				17.2		

‘18.10.10. 17시 발표. 기온 예측값과 10.11. 관측(실황) 차이

- * 11일. 아침최저기온 : 추풍령,보은,진천,괴산,음성,증평 2.1 ~ 4.0도 범위에 들었음.
- * 11일. 낮최고기온 : 청주관할 지점 14소 모두 2도 범위에 들었음
- * 기온 모델 경향 : 아침기온 실황보다 높게 예측

그림 5.15 10.10. 17시 발표 기온과 실황차이

3. 요약

만주만에 중심을 둔 저기압의 통과로 10일 아침까지 충북지방은 0.1~1.5mm의 약한 강수가 기록되면서 구름대의 이동이 늦어져 기온하강이 저지되면서 아침기온이 높게 형성되었고, 기압골 후면의 한기가 남하하면서 10일 낮부터 고기압권의 맑은 날씨가 이어지면서 11일 아침기온이 10도 이하로 떨어진 지점이 많음.

850hPa에서 10일 09시 3도선이 충북지방에서 점차 남하하여, 11일 09시 0도선 위치하여 기온이 하강하였음. 일반적으로 한파주의보가 발효되면 일반 국민들은 극심한 추위가 있을 것으로 예상하게 되며 이번 사례와 같이 10.10. 아침최저기온이 12~14도로 충북지방의 평년 최저기온 7~10도 보다 현저히 높았고, 10.11.아침최저기온은 0~6도로 평년 최저기온 7~10도 보다 4~6도 정도 낮았기에 실제 체감기온은 평년기온과 큰 차이가 없었음.

2. 조사 2팀(2012. 2. 3. 최저기온 극값 사례 분석)

1. 서론

2012년 2월은 북극의 평균기온이 평년보다 높은 이상고온 현상이 오랫동안 지속되면서, 북극에 있는 찬 공기를 차단시켜 주는 역할을 하는 제트기류라는 강풍대가 점차 느슨해지고, 그에 따라 북극에 차단되어 있던 찬 공기가 중위도까지 내려와 북반구 대부분 지역에 이례적인 한파와 대설이 나타났었다. 이 무렵 충북지역은 2월 2일 최저기온이 영하 14.5도(청주)에서 영하 23.8도(제천)의 분포를 보였고, 2월 3일은 영하 15.1도(추풍령)에서 영하 25.9도(제천)로 매우 낮은 최저기온 분포를 보였다. 이 날 제천은 최근 20년간 최저기온 극값 2위인 영하 25.9도(극값 1위는 2001년 1월 16일 영하 26도)를 기록하여 이 사례를 분석하고자 한다.

2. 분석

2.1 극값현황(2012. 2. 3.)

- 제천 ASOS: -25.9도(최근 20년간 극값 2위)

이 날은 청주시를 제외한 충북 전 지역에 한파경보가, 청주시는 한파주의보가 발효중이었고, 영하 15.1도(추풍령)에서 영하 25.9도(제천)로 매우 낮은 최저기온 분포를 보였다. 제천은 최저기온 극값 2위(1위는 2001년 1월 16일, 영하 26도))를 기록하였다.

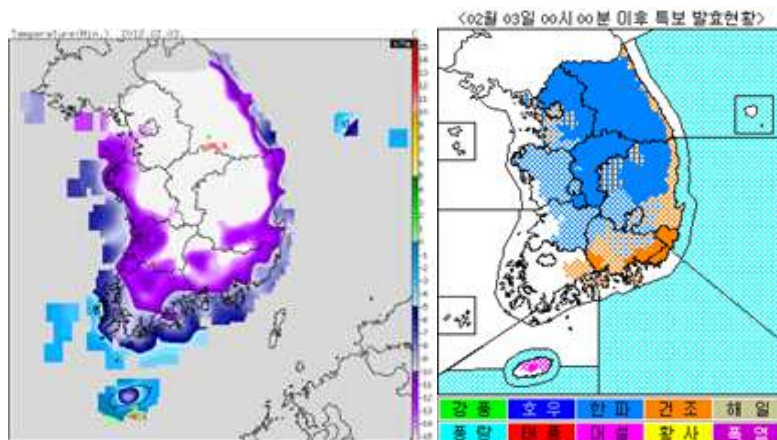
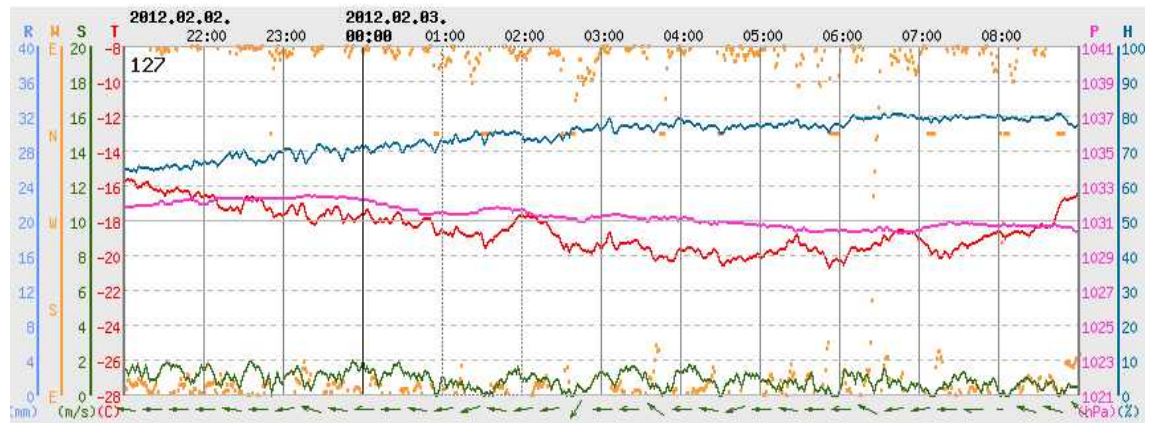


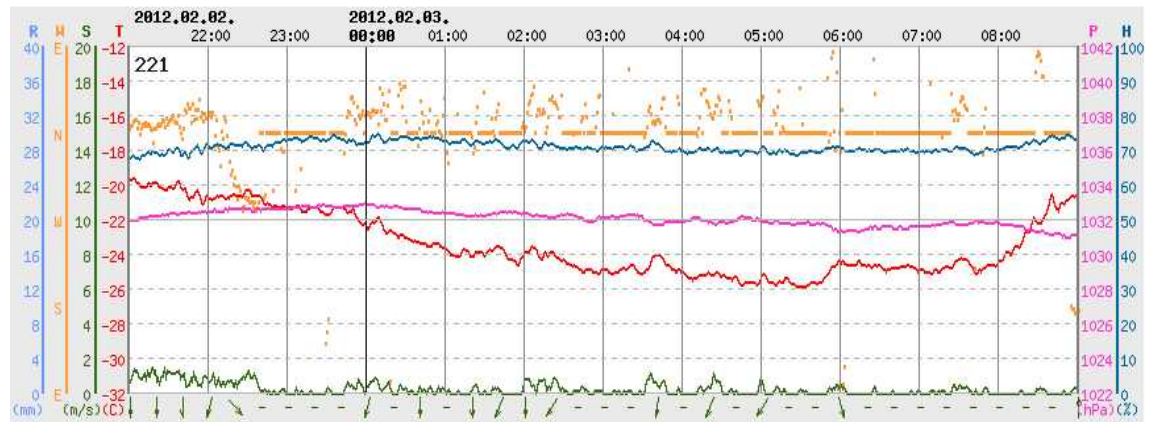
그림 5.16 2012.2.3. 최저기온 및 기상특보

2.2 AWS 시계열도

• [충북북서내륙] 충주



• [충북북동내륙] 제천



• [충북중부내륙] 청주

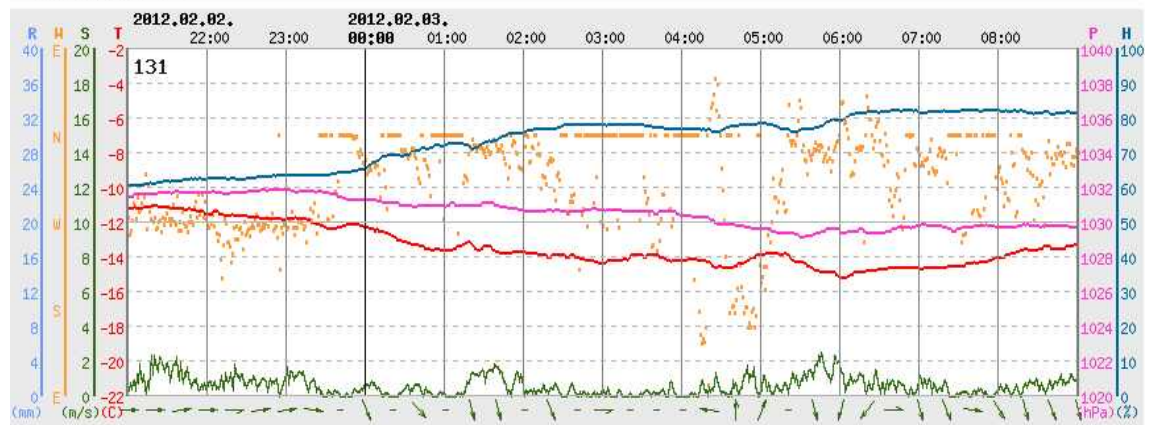


그림 5.17 2012.2.3. 청주, 충주, 제천 시계열도

이 날 바람은 매우 약하게 부는 가운데 새벽 5~7시에 최저기온을 기록하였음을 알 수 있다.

2.3 일기도 분석

2.3.1. 500hPa일기도

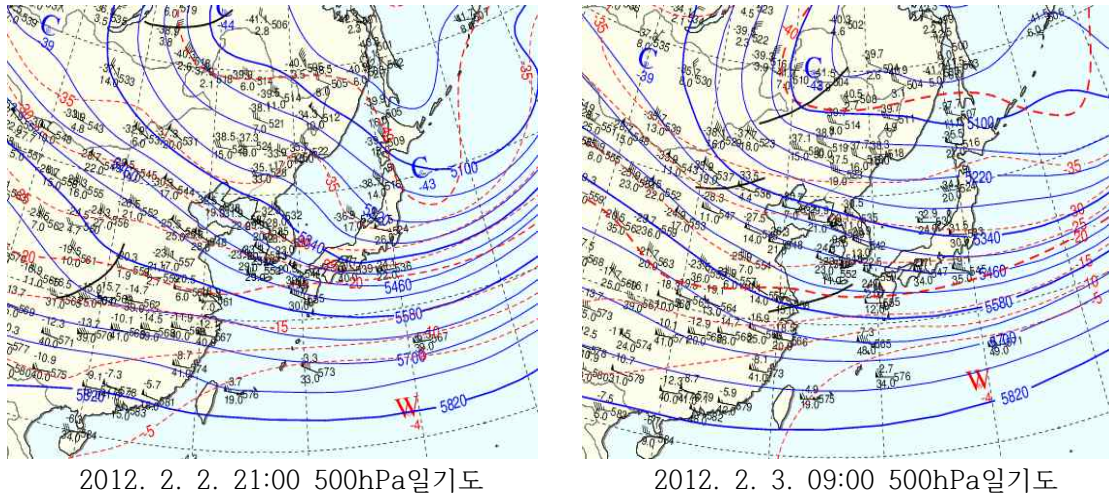


그림 5.18 500hPa 분석일기도

500hPa 일기도에서 우리나라는 영하 30도의 한기를 동반한 상층골상에 위치하고 있다.

2.3.2. 850hPa일기도

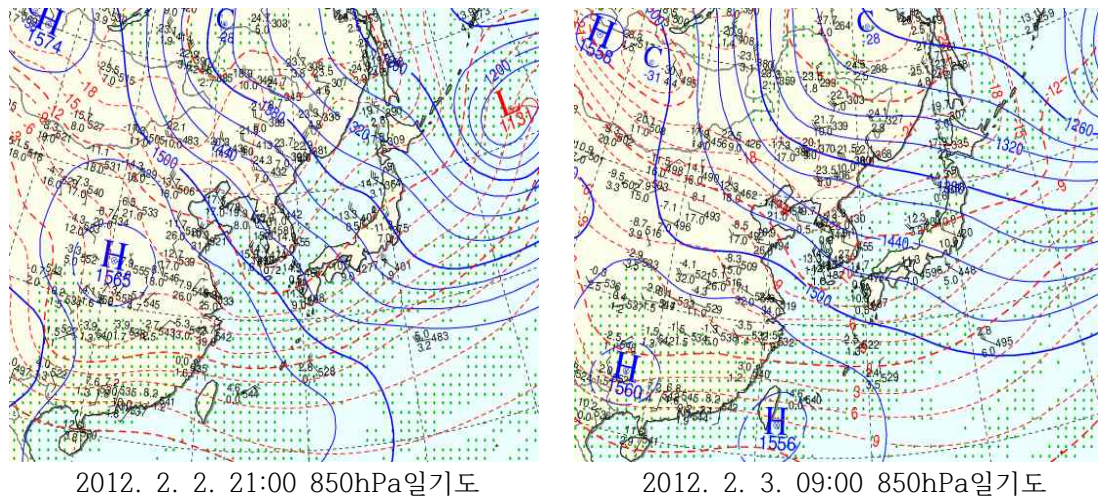
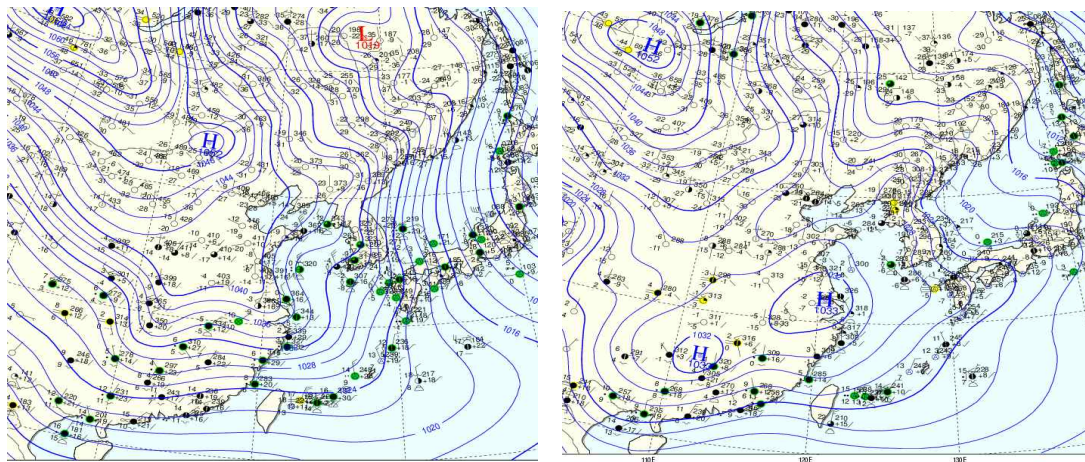


그림 5.19 850hPa 분석일기도

대기 하층인 850hPa일기도에서 우리나라는 서고동저의 기압형태를 보이고 있는 가운데 2일 21시에는 중부지역은 영하 18도에서 영하 15도 사이에 위치하였으나, 3일 09시에는 중부지역은 영하 15도에서 영하 12도 사이에 위치하면서 북쪽의 한기는 약화되고 있음을 알 수 있다.

2.3.3. 지상일기도



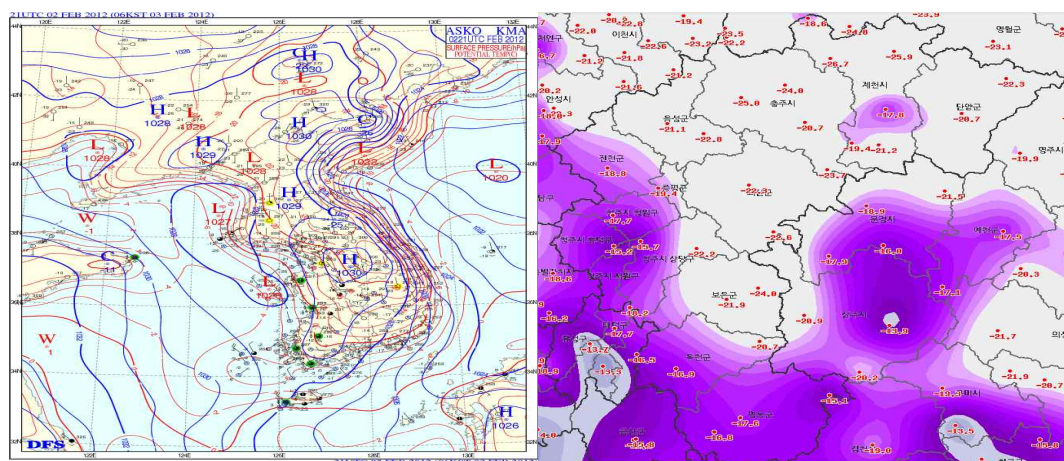
2012. 2. 2. 09:00 지상일기도

2012. 2. 3. 09:00 지상일기도

그림 5.20 지상 분석일기도

2월2일 9시와 2월3일 9시의 지상일기도를 비교해보면 2일은 서고동저형 기압배치속에 기압경도력이 강하고, 3일은 대륙고기압이 이동성고기압으로 변질되면서 기압경도력이 약해졌음을 알 수 있다.

2.3.4. 한반도 국지일기도와 AWS 기온분포



2012. 2. 3. 06:00 한반도 국지일기도

그림 5.21 2012. 2. 3. 06:00 한반도 국지일기도

3일 복사냉각이 최대로 일어나면서 중부지방에 열적 고기압이 형성되어 있다.

2.4 보조자료 분석

2.4.1. 최저기온과 상층기온과의 상관관계

표 5.3 2012.2.3. 최저기온과 상층기온 상관관계

2012년	1월30일 00UTC	1월30일 12UTC	1월31일 00UTC	1월31일 12UTC	2월1일 00UTC	2월1일 12UTC	2월2일 00UTC	2월2일 12UTC	2월3일 00UTC	2월3일 12UTC	2월4일 00UTC	2월4일 12UTC
500기온	-28.5	-31.1	-34.3	-33.1	-30.5	-29.1	-28.3	-29.9	-30.1	-29.9	-24.7	-26.7
850기온	-14.1	-14.1	-10.9	-8.1	-17.5	-19.7	-19.9	-15.9	-18.3	-14.1	-12.9	-8.7
925기온	-11.1	-10.7	-10.3	-5.3	-16.5	-17.9	-21.9	-15.1	-15.3	-9.9	-7.5	-6.9
청주 최저/최고	-6.6		-9.4		-12.6		-14.5		-15.2		-7.3	
제천 최저/최고	-14.3		-15.8		-20.3		-23.8		-25.9		-13.6	

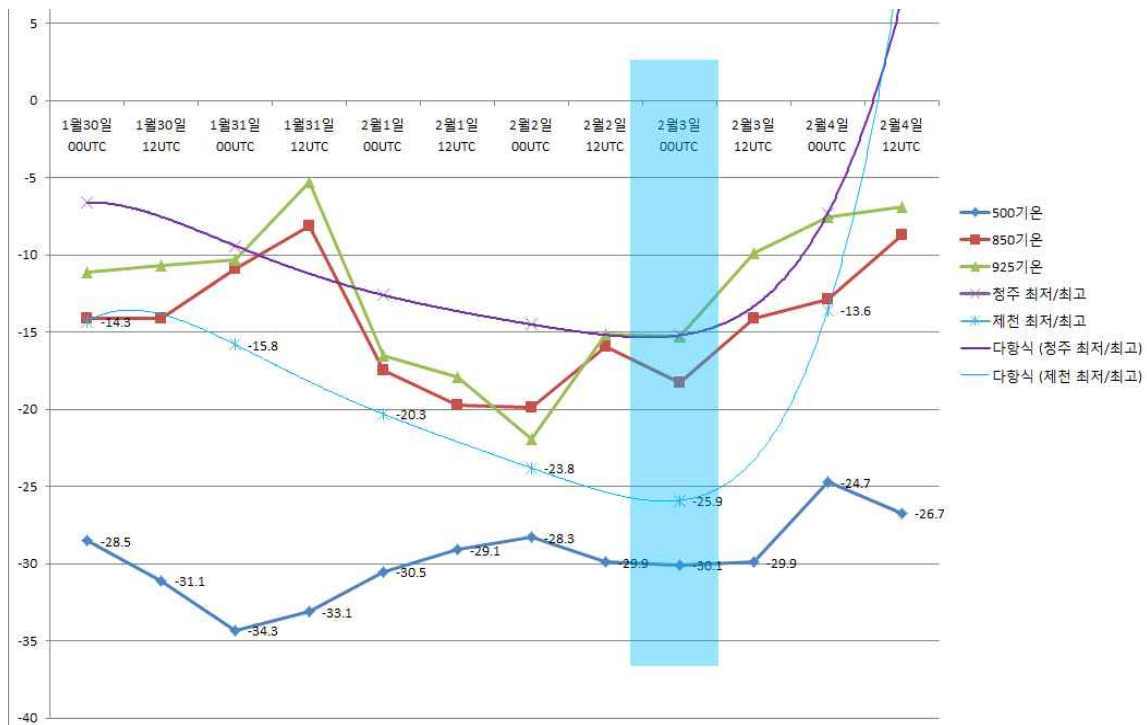
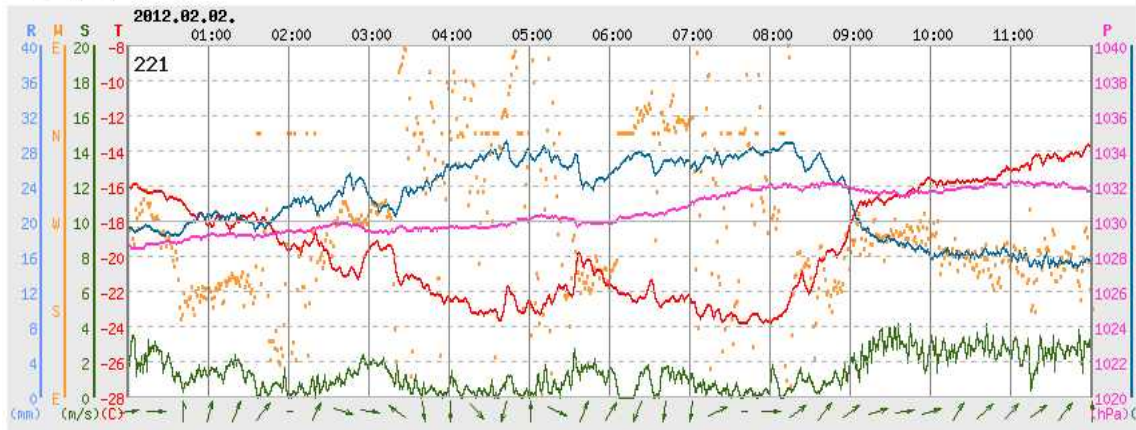


그림 5.22 2012.2.3. 최저기온과 상층기온 상관관계

최저기온과 850 및 925hPa 기온과 상관관계가 높다. 2012년 2월 2일에 850 및 925hPa 기온이 가장 낮긴 했으나 바람이 약간 불면서 혼합에 의해 기온이 덜 내려갔고, 2월 3일에 고기압권에서 바람이 매우 약해지면서 복사냉각이 최대로 일어나며, 가장 낮은 기온을 기록하였다.

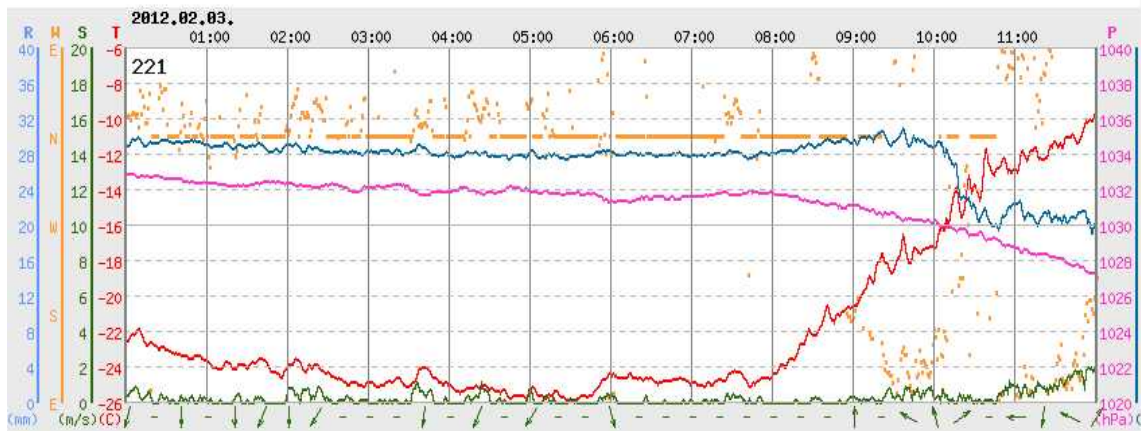
2.4.2 제천의 AWS 시계열도 비교(2월2일과 2월3일)

• [충북북동내륙] 제천



2월2일 제천 최저기온 -23.8도(07:36), 남풍 0.3m/s

• [충북북동내륙] 제천



2월2일 제천 최저기온 -25.9도(05:26), 바람 정온

그림 5.23 2012.2.2.~3. 제천 시계열도

2월2일 제천 AWS 시계열자료를 보면, 2일 자정 이후 바람이 1~2m/s로 약하지만 꾸준히 불었고, 2월 3일의 경우 자정 이후 거의 바람이 불지 않았음을 알 수 있다.

3. 결론

2012년 2월은 북극의 평균기온이 평년보다 높은 이상고온 현상이 오랫동안 지속되면서, 북극에 있는 찬 공기를 차단시켜 주는 역할을 하는 제트기류라는 강풍대가 점차 느슨해지고, 그에 따라 북극에 차단되어 있던 찬 공기가 중위도까지 내려와 북반구 대부분 지역에 이례적인 한파와 대설이 나타났었다. 이 무렵 충북지역은 2월 2일 최저기온이 영하 14.5도(청주)에서 영하 23.8도(제천)의 분포를 보였고, 2월 3일은 영하 15.1도(추풍령)에서 영하 25.9도(제천)로 매우 낮은 최저기온 분포를 보였다. 특히 2월 3일 제천의 경우 최근 20년간 최저기온 극값 2위인 영하 25.9도(극값 1위는 2001년 1월 16일 영하 26도)를 기록하였다. 최저기온과 850 및 925hPa 기온과의 상관관계가 높은 편이다. 다만, 2012년 2월 2일에 850 및 925hPa 기온이 가장 낮긴 했으나 바람이 약간 불면서 혼합에 의해 기온이 덜 내려갔고, 2월 3일에 고기압권에 서 바람이 매우 약해지면서 복사냉각이 최대로 일어나며, 가장 낮은 기온을 기록하였다.

3. 조사 3팀(2018. 12. 4. 한파특보 사례 분석)

1. 개요

- 특보의 종류: 한파주의보(미 도달)
- 기간 : 2018년 12월 04일 16:00 ~ 05일 11:00
- 대상지점: 충청북도(보은군, 괴산군, 충주시, 제천시, 청주시, 증평군, 진천군, 음성군, 단양군, 옥천군, 영동군)
- * 현장 답사 지역 : 보은군, 괴산군, 충주시, 제천시
- 재해현황: 없음

2. 특보 현황

표 5.4 특보 현황

발표 특보명	구 역	발 표			실 황			해 제	
		발표시각 (발표자)	발효 시각	발표시 최저기온	도달 지점	도달 시각	도달시 기상자료	발표시각 (발표자)	발효시각
한파 주의보	보은군	12월 4일 16시	23시	10.8		미도달	-	12월 5일 11시	11시
	괴산군			10.8					
	충주시			11.3					
	제천시			9.4					
한파 주의보	청주시	12월 4일 16시	23시	10.0		미도달	-	12월 5일 11시	11시
	증평군			10.3					
	진천군			10.3					
	음성군			10.8					
	단양군			10.1					
	옥천군			10.5					
	영동군			11.5					
	추풍령			10.8					

3. 아침최저기온 현황

표 5.5 아침최저기온 현황

구 분	보은	괴산	충주	제천	청주	증평	진천	음성	단양	옥천	영동	추풍령
12월 4일	10.8	10.8	11.3	9.4	10.0	10.3	10.3	10.8	10.1	10.5	11.5	10.8
12월 5일	-3.4	-4.6	-4.1	-4.8	-1.4	-3.2	-3.1	-3.5	-1.9	-2.2	-3.2	-2.0
차(4~5일)	14.2	15.4	15.4	14.2	11.4	13.5	13.4	14.3	12.0	12.7	14.7	12.8
평년값(5일)	-5.4	-	-5.0	-6.7	-3.2	-	-	-	-	-	-	-3.1

4. 일기도 분석

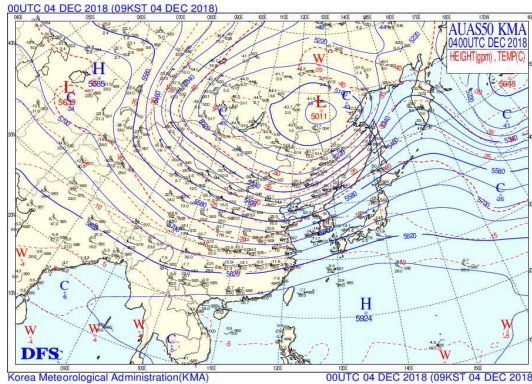


그림 5.24 500hPa 일기도(2018. 12. 04. 00UTC)

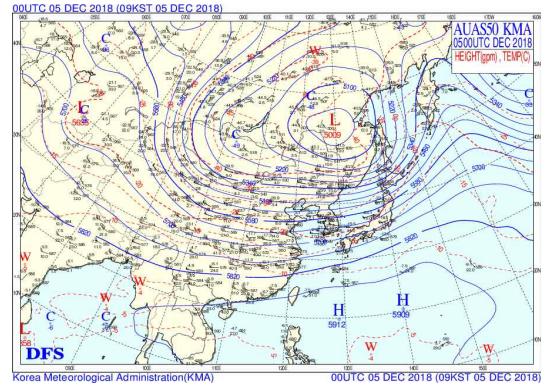


그림 5.25 500hPa 일기도(2018.12.05. 00UTC)

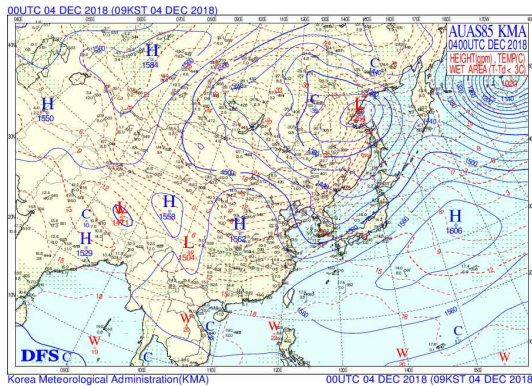


그림 5.26 850hPa 일기도(2018. 12. 04. 00UTC)

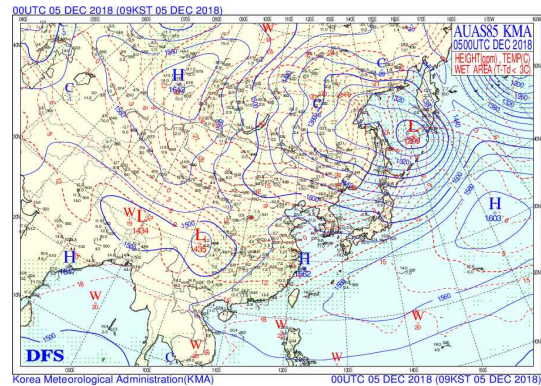


그림 5.27 850hPa 일기도(2018.12.05. 00UTC)

- 500hPa: 바이칼호 부근에 -45°C 의 한핵을 동반한 중국 북동지방의 저리저기압은 캄차카반도 부근의 기압능이 발달하면서 중위도(북위 50도) 부근의 기압계가 거의 정체하거나 느리게 동진하고 있음. 이로 인해 한반도는 발해만 부근의 약한 단파골이 4일 오전에 통과한 후 4일 후반부터 장파골속에 약한 기압능의 영향을 받게 되면서 북서기류의 한기 남하로 인하여 -20°C 선이 중국 중남부지방에서 옹진반도에 위치함.
- 850hPa: 연해주 북쪽의 저기압과 관련된 기압골이 연해주 동쪽 해상에서 동해상으로 놓여있고, 중국 중부지방에는 고기압이 위치하고 하고 있음. 동해상에 놓여있는 기압골이 동쪽으로 이동하면 4일 후반부터 중국 중부지방의 고기압의 영향을 받아 북서기류의 유입으로 30kts의 가량의 강한 바람이 불어 한기를 끌어내릴 것으로 예상함. 충북지방은 04일 09시에는 4°C 선이 놓여있으나, 05일 09시에는 -3°C 선이 위치하여 기온이 큰 폭으로 하강할 것을 예상함.

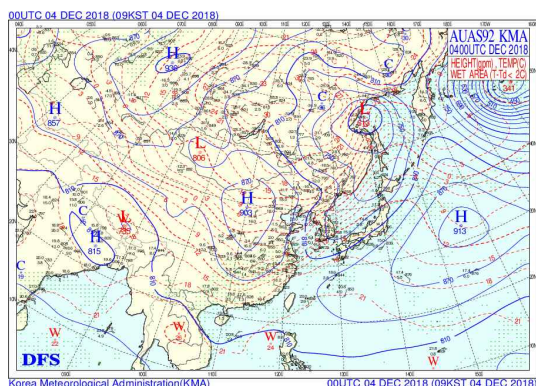


그림 5.28 925hPa 일기도(2018. 12. 04. 00UTC)

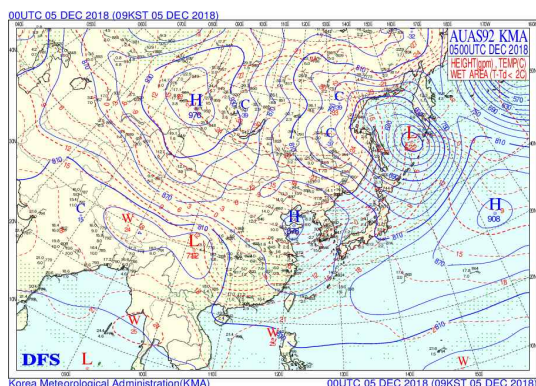


그림 5.29 925hPa 일기도(2018.12.05. 00UTC)

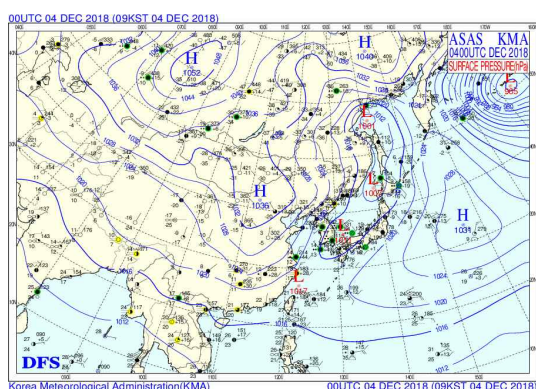


그림 5.30 지상 일기도(2018. 12. 04. 00UTC)

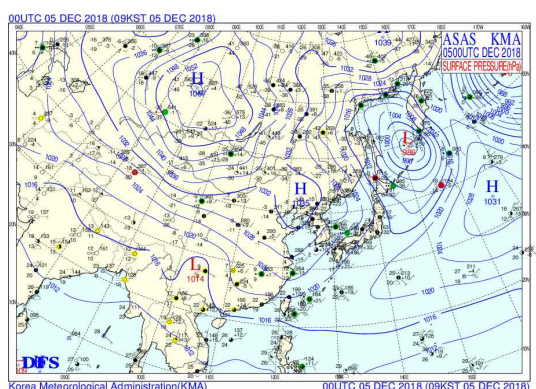


그림 5.31 지상 일기도(2018.12.05. 00UTC)

- 925hPa: 4일 09시에는 6°C선이 중부지방에 놓여있으나, 동해상에 놓여있는 기압골이 동쪽으로 이동하면, 중국 북부지방의 고기압이 동남동쪽으로 이동하면서 한기를 남하시켜 05일 09시에는 -4°C선이 우리나라 중부지방에 놓일 것으로 예상함.
- 지상일기도: 동해상에 위치한 저기압의 영향에서 점차 벗어나고 있으며, 몽골 북서쪽으로 1048hPa의 고기압이 위치해 있고, 중국 북부지방으로는 1036hPa의 고기압이 위치해 있는 가운데, 중국 북부지방의 고기압이 동남동쪽으로 이동하면서 우리나라에 영향을 주고 있음. 5일 아침에는 중국 북부지방에 위치한 고기압의 영향을 받아 대체로 맑은 날씨에 기온이 큰 폭으로 하강

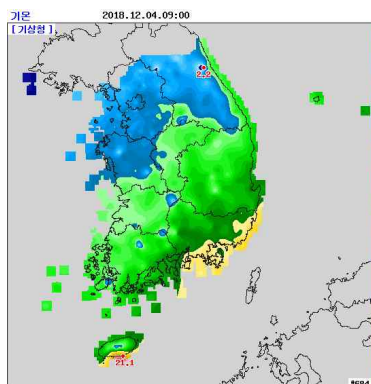


그림 5.32 12.4. 아침최저기온

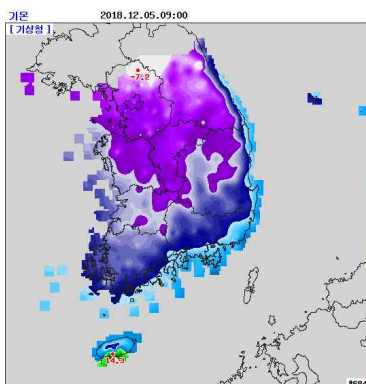


그림 5.33 12.5. 아침최저기온

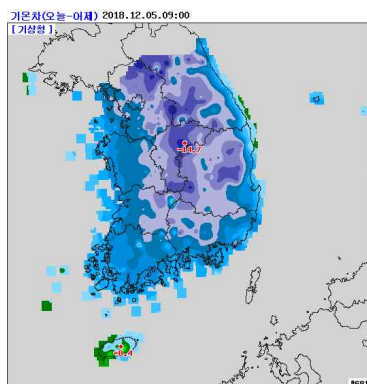


그림 5.34 아침최저차(5일-4일)

5. 결론

중국 북부지방의 고기압이 동남동진하면서 큰 폭으로 기온이 하강할 것을 예상하였으나, 기압 경도가 강해 바람이 30kts로 강하게 불면서 복사냉각이 약하여 5일 아침 최저기온이 한파 기준보다 높게 형성되었음. 하지만 한파특보 기준인 “전날보다 10°C 이상 하강하여 3°C 이하이고, 평년값보다 3°C가 낮을 것으로 예상될 때”에는 미치지 못하였으나, 전날보다 11.4 ~ 15.4°C가 떨어져 한파에 대한 경각심을 전파하고, 수도권 동파 등 한파로 인한 방재 차원에서 적절한 발표였다고 사료됨. 12월 4일 16시에 청주시 등 11개 시·군에 한파주의보를 발표하였으나, 5일 아침 최저기온은 -4.8 ~ -1.4°C로 특보기준치에 도달하지 못하였지만, 5일 아침 최저기온은 전일(4일) 아침 최저기온보다 10°C 이상 낮은 11.4 ~ 15.4°C 낮은 기온을 보였음. 특보 기준은 “전날보다 10°C 이상 하강하여 3°C 이하이고, 평년값보다 3°C가 낮을 것으로 예상될 때” 한파주의보를 발표하지만, 이번 특보는 평년값보다 3°C가 낮지 않아 사후분석을 하였음.

4. 조사 4팀(2018. 12. 9.~10. 한파특보 사례 분석)

1. 개요

1.1 발생유형(2018. 12. 8. 15UTC 기준)

500hPa 일기도의 상층 절리저기압이 정체한 가운데 사할린에 위치하면서 계속 한기를 남하시키고 있었음. 한반도 주변으로 기압경도와 온도경도가 높게 형성되면서 상층부터 하층까지 북서~북북서의 기류를 따라 한기가 유입되었으며, 지상에서는 중국 중부와 몽골에 고기압 중심을 두고 계속해서 한반도로 확장하고 있었다.

1.2 주요 지점별 아침 최저기온(단위: °C)

- 9일 제천 -15.0 괴산 -14.2 음성 -13.3 충주 -13.2 보은 -12.9 영춘(단양) -12.8 영동 -12.2 청주 -9.9
- 10일: 제천 -14.4 수안보(충주) -13.2 괴산 -12.9 음성 -12.7 영동 -12.2 보은 -12.0

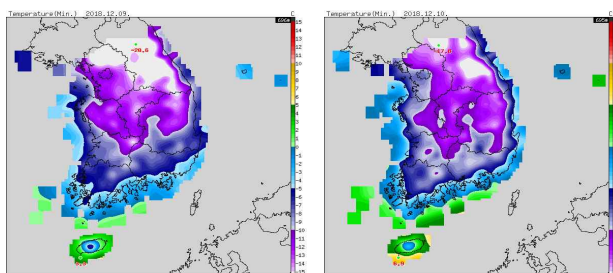
1.3 한파특보 발표: 충북 북부(제천, 단양, 음성, 충주, 괴산)

- 한파주의보 발표/ 해제

발표(발효): 2018. 12. 6. 16:00(23:00)/발표(발효): 2018. 12. 10. 11:00(11:00)

1.4. 한파특보 미발표: 충북 남부(보은, 영동)

- 예보와 실태(단위 °C)



최저기온 분포(12. 9.)

최저기온 분포(12. 10.)

그림 5.35 12.9.~10. 최저기온 분포

표 5.6 12.9.~10. 최저기온(보은, 영동)

	보은		영동	
	예보	실태	예보	실태
9일	-12.0	-10.0	-10.0	-10.0
10일	-12.9	-12.0	-12.2	-12.2

12월 9일 충북지역의 아침 최저기온을 -9°C~14°C로 예보했으며, 실태값은 -9.9°C~15°C로 예보와 거의 일치 했으며, 보은 -12.9로 예보보다 0.9도 낮았으며, 영동지역은 -12.2°C로 예보보다 2.2°C가 낮았다. 10일 아침기온의 경우 -6°C~12°C로 예보했으며, 실태값은 -8.3°C~14.0°C로 대부분의 지역에서 예보보다 -2°C 이상 하강하였으며, 보은과 영동은 -12°C 이하의 값이 이틀 연속 기록하였다.

2. 분석과 결과

2.1 종관일기도

- 500hPa 일기도

시할린 부근에 상층 절리저기압(-45°C)이 위치한 가운데 캄차카반도 부근의 능에 막혀 정체하면서 후면에서 한기가 계속 남하하고 있다. 특히, 몽골 북쪽에 한기를 동반한 저기압(-40°C)이 위치하며, 한기를 지속적으로 끌어내리고 있다. 충청지방의 경우 -20~-25도 사이 위치하고 있으며, 등압선이 조밀한 가운데 바람이 다소 강하게 불고 있다. 발해만에 위치한 -35도 온도선은 8일 09시에 비해 21시에는 북상하면서 온도조밀역이 점차 동쪽으로 이동하고 있다.

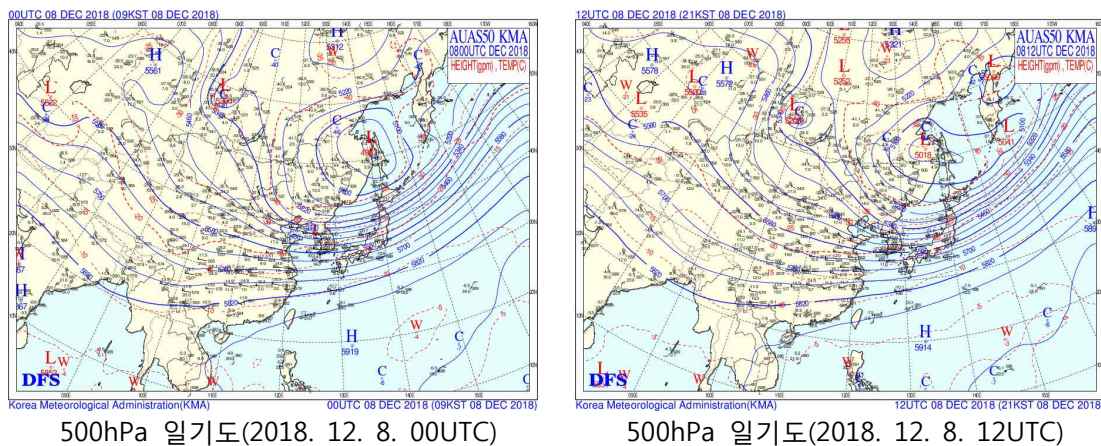


그림 5.36 500hPa 일기도

- 700hPa 일기도

시할린 부근에 저기압이 위치한 가운데 8일 09시 700hPa 일기도에서는 만주 북동지역에 콜드역에 위치한 가운데 점차 동쪽으로 이동하면서 후면에서 한기역들이 남하하고 있다. 충청지역은 -15도선이 통과하고 있으며, 30knots 이상의 바람이 불고 있다. 내륙은 다소 건조한 가운데 습윤역은 중국 중남부지역~상해~제주 남쪽해상으로 폭넓게 있으며, 동해상에서도 습윤역이 나타나고 있다.

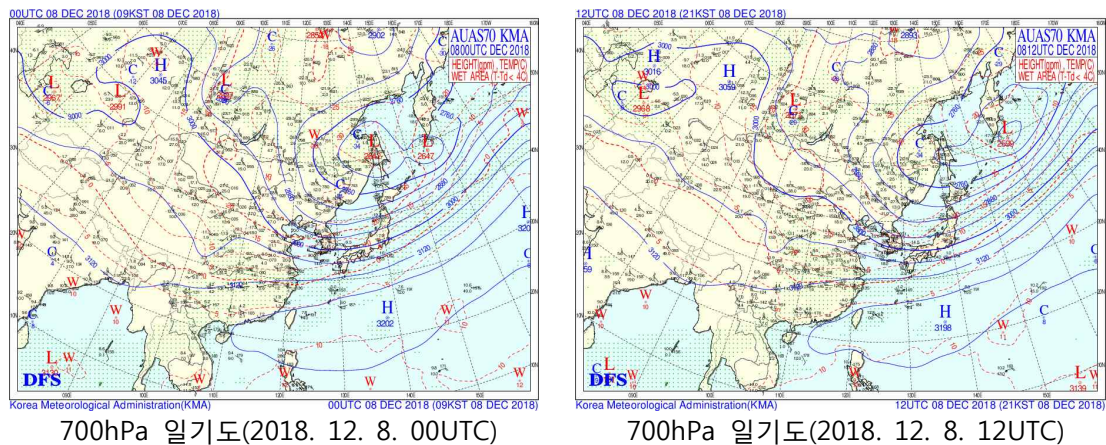
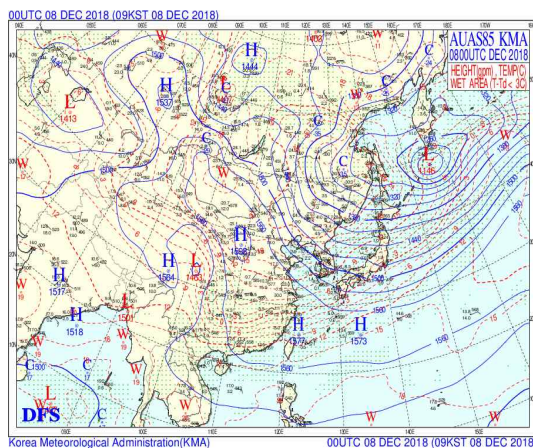


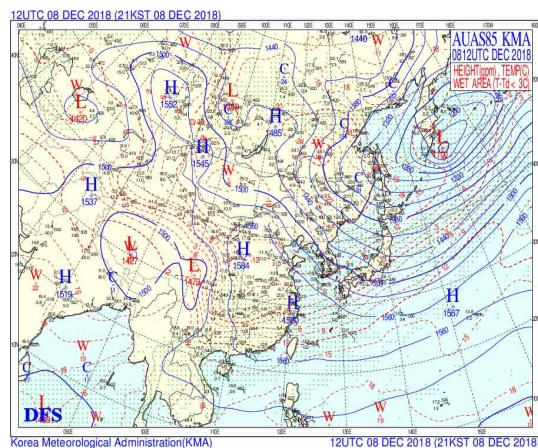
그림 3.37 700hPa 일기도

- 850hPa 일기도

한반도는 경압불안정이 다소 강한 가운데 고기압 중심은 몽골남쪽(중국북부)에 위치하고 있으며, 온도조밀역이 중국 중남부지역에서 일본열도까지 길게 이어져 있다. 몽골 내륙에서 이어지는 북서계열의 바람이 지속적으로 한반도로 유입되고 있으며, 20knots 내외로 다소 강한 바람이 불고 있다. 충청지방의 경우 대륙고기압 확장에 의한 한기남하로 -15도선이 충청지방을 통과하고 있다.



850hPa 일기도(2018. 12. 8. 00UTC)

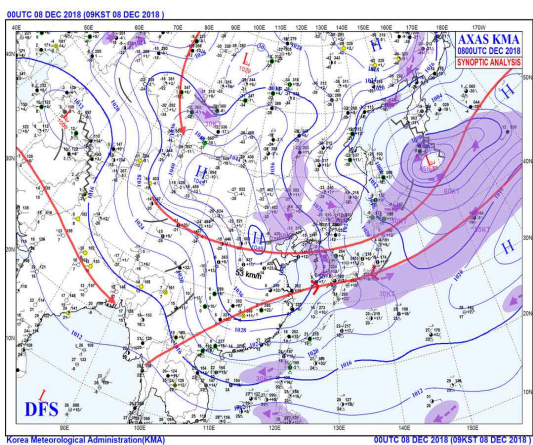


850hPa 일기도(2018. 12. 8. 12UTC)

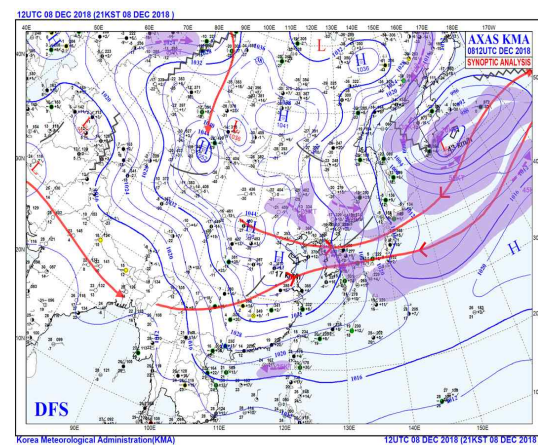
그림 38 850hPa 일기도

- 지상 일기도

지상일기도에서는 큰 기압계 변화가 없는 가운데, 캄차카반도 부근에 저기압이 위치하고 있으며, 동쪽으로 느리게 이동하고 있다. 한반도는 몽골 남동쪽에 위치한 고기압이 점차 확장하면서 영향을 받고 있다.



지상 일기도(2018. 12. 8. 00:00UTC)



지상 일기도(2018. 12. 8. 12:00UTC)

그림 5.39 지상 일기도

2.2 수치모델 예측장 분석

- 925hPa 고도, 기온 분석(UM/ECMWF 비교)

2018년 12월 8일 00UTC 초기장을 바탕으로 9일과 10일 06시 기온선을 비교해보면, 9일 06시 um(-13°C~-15°C)과 ecmwf(-12°C~-14°C) 기온선이 충북남부~북부지역으로 걸쳐 있으며, 10일 06시 um(-6°C~-7°C)과 ecmwf(-6°C~-7°C) 기온선이 충북남부~북부지역으로 분포하고 있다. 두 모델보다 비슷한 경향을 보이고 있으며, 9일 상층한기로 인해 기온이 하강하지만 10일에는 점차 벗어나는 경향을 보이고 있으며, 우리나라 동쪽에 위치한 온도조밀역도 10일에는 점차 해소되는 경향을 보이고 있다.

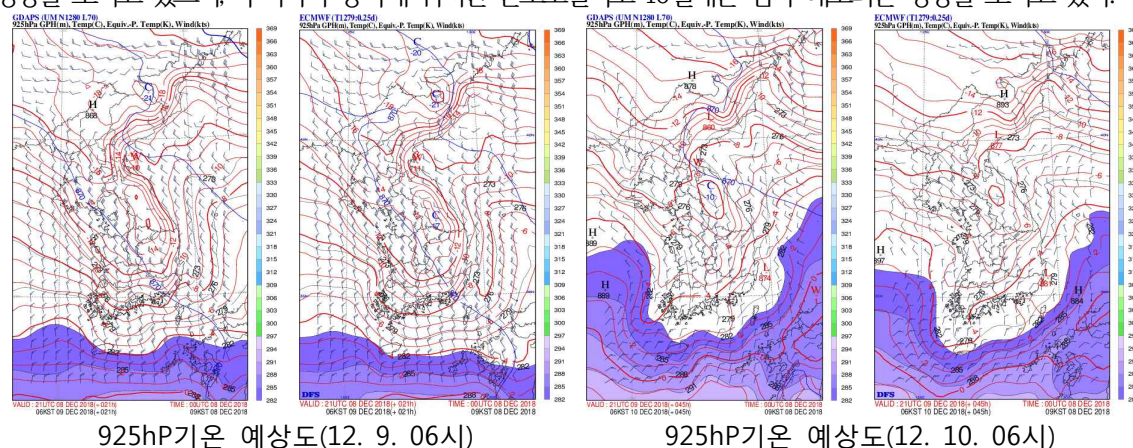


그림 5.40 925hPa 고도, 기온, 상당온위

2.3 실황 및 예보

- 기상위성 경향 분석

jet기류를 따라 건조역이 형성되어 있고 발해만~서한만으로 북~북서풍계열이 유입되고 있다. 절리저기압에 동반된 한기가 서해상으로 남하하고 있으며, 500hPa의 5580gpm선이 남해상으로 처지면서 계속 남하할 가능성이 높으며, 우리나라 내륙은 건조하나 서해상과 동해상의 경우 하층 수증기 유입이 나타난다.

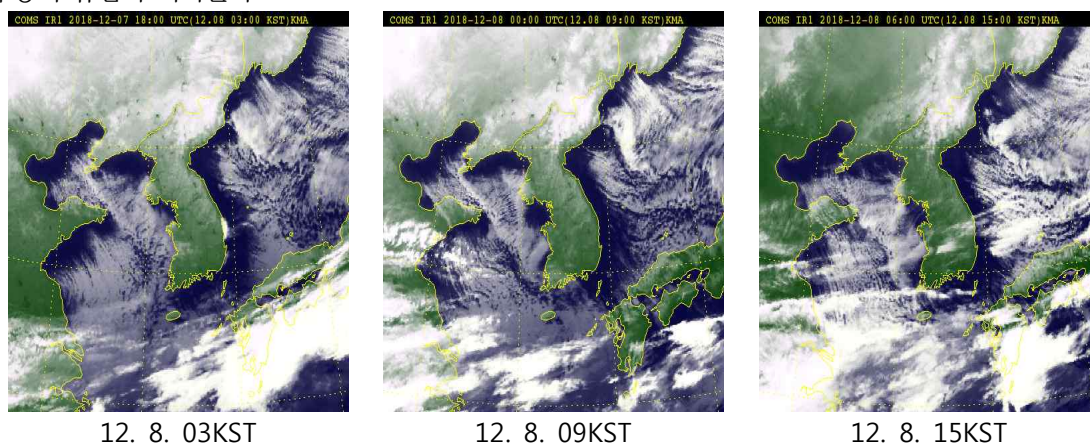
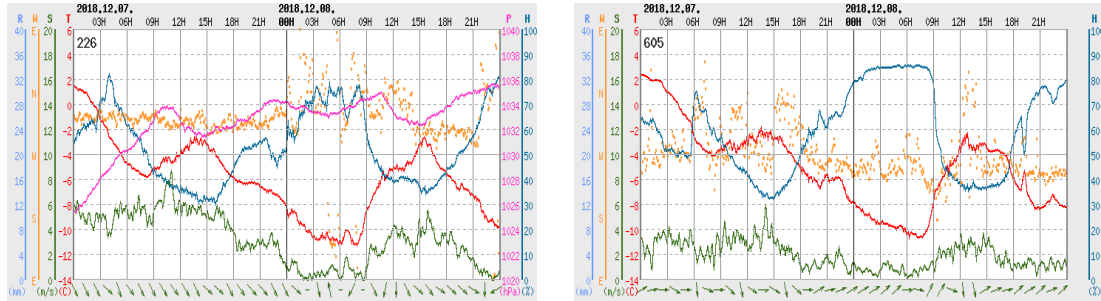


그림 5.41 위성사진(12. 8. 03~15KST)

- AWS 시계열 자료 분석(12. 7. 00:00~8. 24:00)

보은, 영동의 시계열 기온값을 보면 8일의 아침 기온이 전일에 비해 5~7°C 하강하고 있으며, 8일 아침에 맑은 가운데 풍속이 2m/s 이하로 불어 기온이 더욱더 하강하고 있음을 나타나고 있다.



보은 최저기온 분포도(12. 7.~8.)

영동 최저기온 분포도(12. 7.~8.)

그림 5.42 보은, 영동AWS 시계열(7일 00시~8일 24시)

2.4 예보결정

- 모델 예측에 따르면 보은과 비슷한 온도분포를 보이는 충주지역의 기온 예측은 UM과 ECMWF모델 모두 9일 보다 10일에 조금 상승하는 것으로 예측하며 ECMWF가 2~3°C 정도 더 낮게 예측하였다.
- 영동지역도 9일 보다 10일에 약간 상승하는 것으로 예측하며 ECMWF가 2°C 정도 더 낮게 예측하였다.
- EPSG에서 충주(보은)와 영동지역은 -10°C 이하로 안 떨어지는 것으로 예측하였으며, 전체적으로 기온선도 10일에는 하층(925, 850hPa)에서 전날에 비해 5°C 이상 상승하는 것으로 모의하였다. 다만, 대체로 맑은 날씨에 복사냉각을 고려해도 9일에는 바람도 약간 강해 복사냉각 효과가 반감되고, 10일에는 풍계도 북~북동풍으로 한기이류는 다소 약화될 것으로 예상하여 한파주의보 수준에는 도달하지 않을 것으로 예측하여 보은과 영동지역의 10일날 최저기온을 -10°C로 결정하였다.

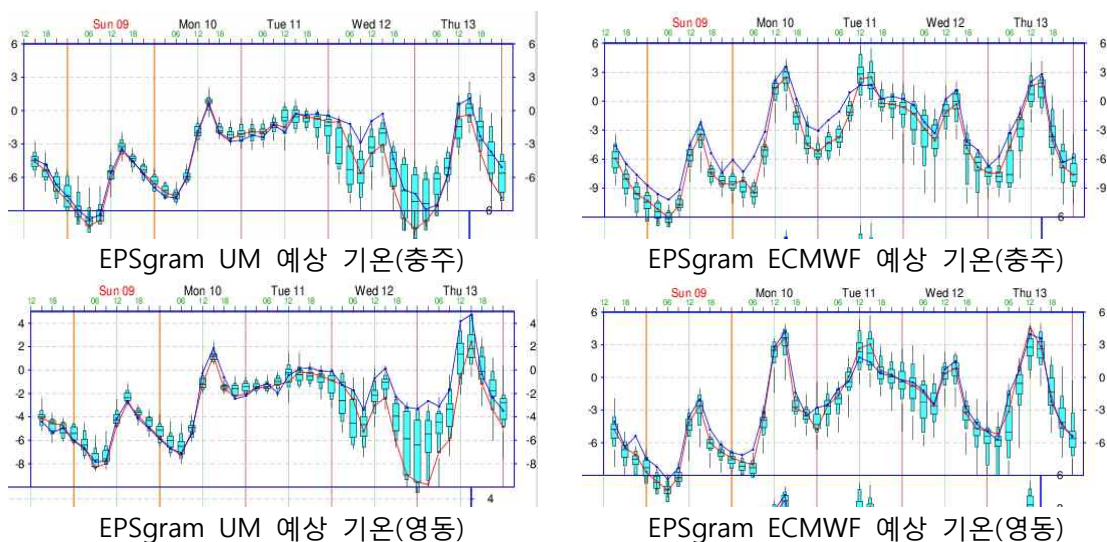
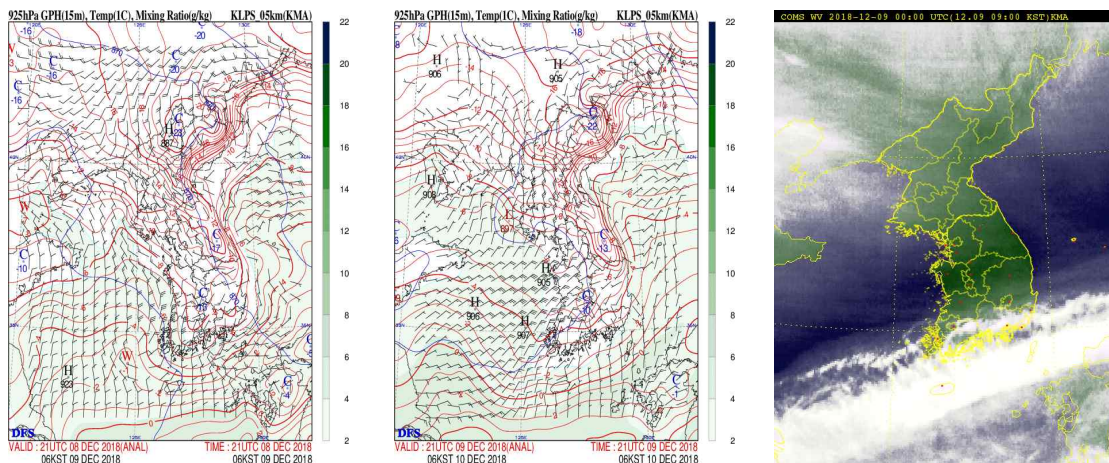


그림 5.43 충주, 영동EPSgram(UM, ECMWF 예상 기온)

3. 결론

3.1. 실태분석

- KLAPS 분석장에서 충북지방의 925hPa고도의 9일 06시 기온이 -12~-10도의 분포를 보였고 10일에는 -6~-5도의 분포로 9일에 비하여 5도 가량 상승하였다.



9일, 10일 06시 925hPa KLPs 분석장

9일 09시 수증기영상

5.44 KLAPS 분석장(925hPa 고도, 기온, 상당온위), 수증기 위성

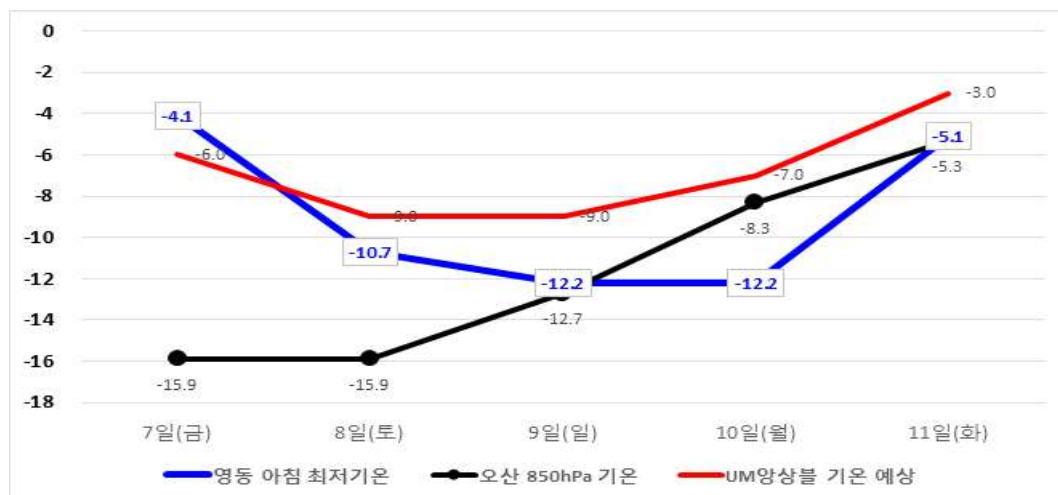


그림 5.45 충북영동(7일~11일) 아침 최저기온 모델예상 비교

3.2. 결론 및 시사점

- 고기압의 확장 및 한기 축척과 관련한 기온 하강을 과소 예측하였으며, 남부지방을 제외한 우리나라는 북쪽에서 확장하는 고압대의 영향으로 맑은 날씨를 보이며, 충북지방을 포함한 한반도 저녁에서 건조한 한기 영향을 강하게 받았다.

- 12월 6일 16시에 음성, 충주, 제천, 단양, 괴산에 한파주의보를 발표하였으며 12월 10일 11시에 해제하였다. 충북지방의 12월 9일 최저기온은 $-14^{\circ}\text{C}\sim-9^{\circ}\text{C}$ 로 예보하여 -12°C 이하로 떨어지는 지역이 많이 있겠으나, 12월 10일 최저기온은 -6°C (청주) $\sim-12^{\circ}\text{C}$ (제천)를 예측하여 12월 10일에는 한파주의보를 해제할 것을 예상한 상황이었다.
- 충북지방의 12월 10일 아침 최저기온(시군 대표지점)이 예상보다 $1.6\sim2.7^{\circ}\text{C}$ 더 하강하였으며 특히, 보은, 영동지역은 이틀연속 -12°C 이하로 떨어져 한파특보를 발표했어야 하는 상황이었다.
- 한기가 강하게 이류 할 때 925hPa의 바람. 기온장을 참고하여 전일과의 차이를 자세하게 검토 할 필요도 있지만, 10일에는 한기이류보다는 5kts 이하로 바람이 약하게 불어 강한 복사냉각이 나타났으며, 전일 한기이류가 나타난 상태에서, 고기압에 의해 바람이 약해지고 야간 복사냉각이 강하게 나타날 경우 평가에 관계없이 특보를 발표하여 피해를 최소화 하는 것이 바람직하다고 판단된다. 겨울철 고기압의 한반도로 지속적 확장시에는 기온가이던스에만 의존하지 말고 예보경험과 충북지역의 기온변화 경향을 숙지하여 한파와 관련된 기온예보에 신중을 기해야 할 것이다.

PART Ⅲ 국지기상연구

제1장 충북 여름철 강수변화 경향

충북지역의 강수량 관측자료가 연속으로 있는 5개지점(제천, 충주, 청주, 보은, 영동(추풍령))의 과거 1990년부터 2019년까지의 여름철(6~8월) 강수량을 분석해 보았다. 분석요소로는 강수량, 호우일수, 강수강도, 강수강도 편차이며 세부적으로 월별, 10년단위 경향 등을 분석하였다.

전체적인 주요내용은 아래 표와 같다.

표 1.1. 충북지역 여름철 강수변화 경향 주요 내용

■ 여름철 강수 변화경향 분석 결과
- (강수량, 호우일수) 점차 하강
- (강수강도, 강수강도 편차) 거의 변화 없음
■ 월별 강수 변화경향 분석 결과
- (6월) 호우일수 하강, 강수강도 비슷, 강수강도 편차 상승(집중호우 발생비율 상승)
- (7월) 호우일수 비슷, 강수강도 비슷, 강수강도 편차 상승(집중호우 발생비율 상승)
- (8월) 호우일수 하강, 강수강도 하강, 강수강도 편차 하강(집중호우 발생비율 하강)
1. '90년~'19년 관측자료가 연속으로 있는 5개 지점[제천, 충주, 청주, 보은, 영동(추풍령)] 자료
2. 강수강도는 일 최대 1시간 강수량, 강수강도 편차는 연도별 일 최대 1시간 강수량 표준편차
3. 호우기준: 3시간 강수량이 60mm이상 이거나 12시간 강수량이 110mm 이상일 때(호우주의보 기준 적용)
4. 여름철 정의: 해당년도 6월 ~ 8월

제1절 연도별 여름철 강수량 변화경향(평균 값)

충북지역의 여름철 강수량 변화경향을 알아보기 위해 주요 기상관서 5곳의 최근 30년간(1990년~2019년)의 여름철(6~8월) 강수량 추세를 분석 하였다.

전반적인 변화경향은 아래 그림과 같다.

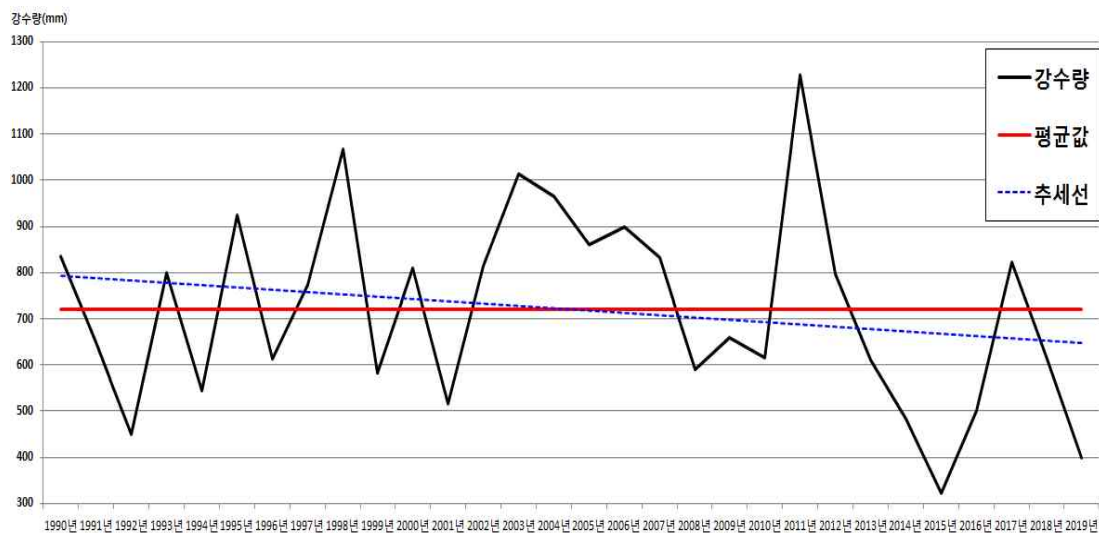


그림 1.1. 충북 여름철 기상관서의 강수량 변화 경향

전체적으로 최근 30년간 여름철의 강수량은 점차 하강하는 추세를 보이고 있다. 강수량의 연별 변화폭은 있지만 대체적으로 감소를 하고 있으며, 최근에 강수량의 변동폭이 커지고 있다. 강수량을 가장 많이 기록한 여름은 2011년 이며, 1227.4mm를 기록하여 거의 1년치 강수량을 기록하였다. 이에 반해 2015년 여름은 321.7mm를 기록해 2011년의 1/4 정도 밖에 강수량을 기록하지 못했다.

최근 들어 여름철 강수량의 변화폭이 크고 변동성이 심해 월별 또는 10년 단위로 끊어서 강수량 변화 경향을 분석하였다.

제2절 연도별 여름철 호우일수(발생일수 합계)

충북지역의 여름철 호우일수 변화경향을 알아보기 위해 주요 기상관서 5곳의 최근 30년간(1990년~2019년)의 여름철(6~8월) 호우일수 변화경향을 분석 하였다. 전반적인 변화경향은 아래 그림과 같다.

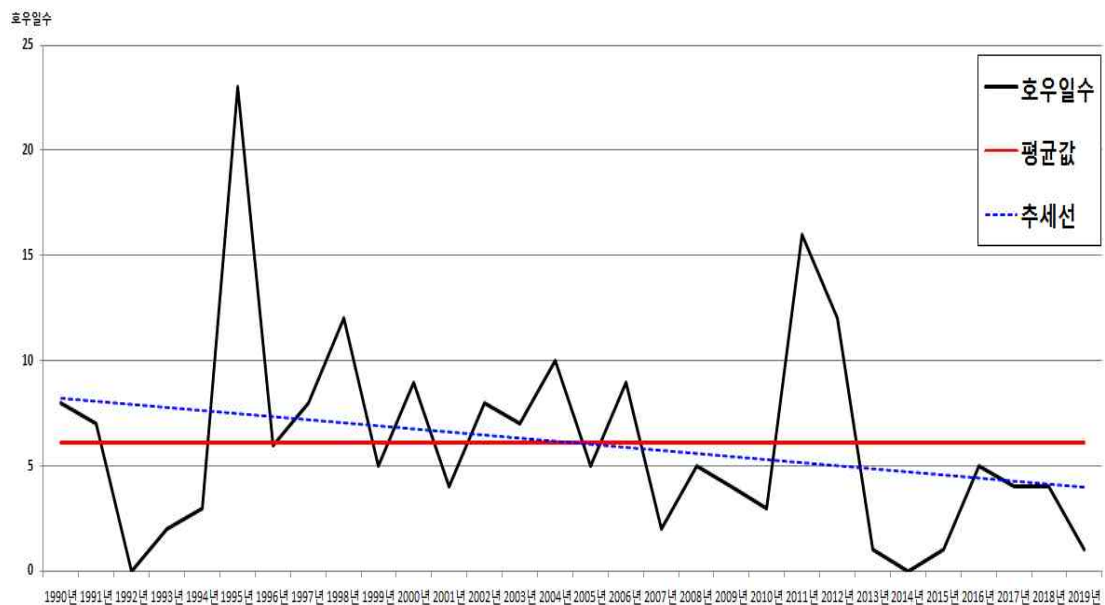
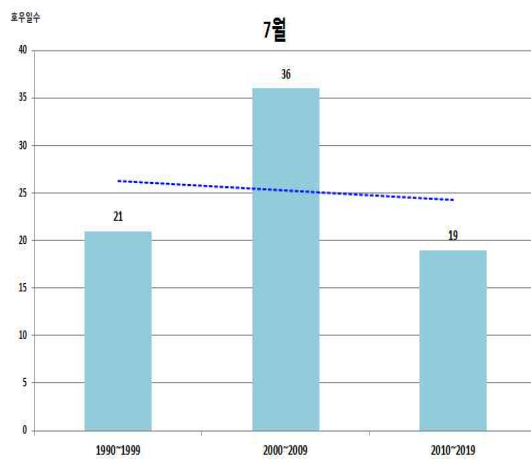
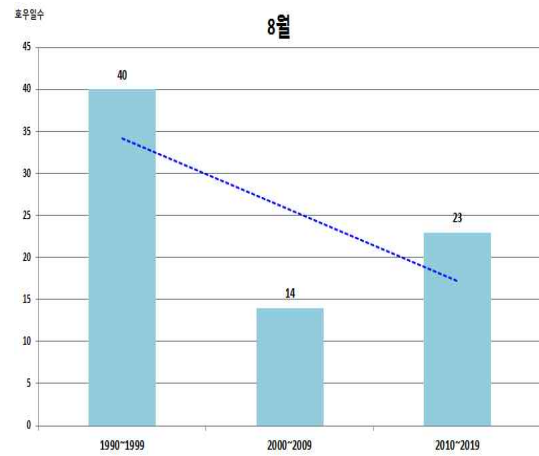
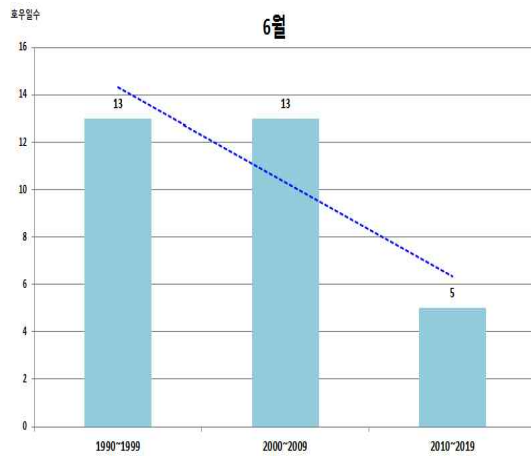


그림 1.2. 충북 여름철 기상관서의 호우일수 변화 경향

충북지역의 여름철 호우일수는 전반적으로 하강하는 추세를 보이고 있다. 호우일수의 변화폭은 있지만 감소를 하고 있으며, 최근 5년간 호우일수는 평균보다 적다.

최다 호우일수는 1995년의 23일고, 2011년(16일), 1998년과 2012년(12일) 순으로 호우가 많이 발생했다.

다음은 10년 단위의 월별 호우일수를 살펴보았는데, 그 결과는 아래 그림과 같다.



- 8월 호우일수 하강 폭 가장 큼
- (6월, 8월) 호우일수 점차 하강
 - (7월) 호우일수 거의 비슷

그림 1.3. 충북 여름철 기상관서의 월별 호우일수 변화 경향(10년 단위)

제3절 연도별 여름철 강수강도 변화경향

충북지역의 여름철 강수강도 변화경향을 알아보기 위해 주요 기상관서 5곳의 최근 30년간(1990년~2019년)의 여름철(6~8월) 일 최대 1시간 강수량을 분석 하였다. 전반적인 변화경향은 아래 그림과 같다.

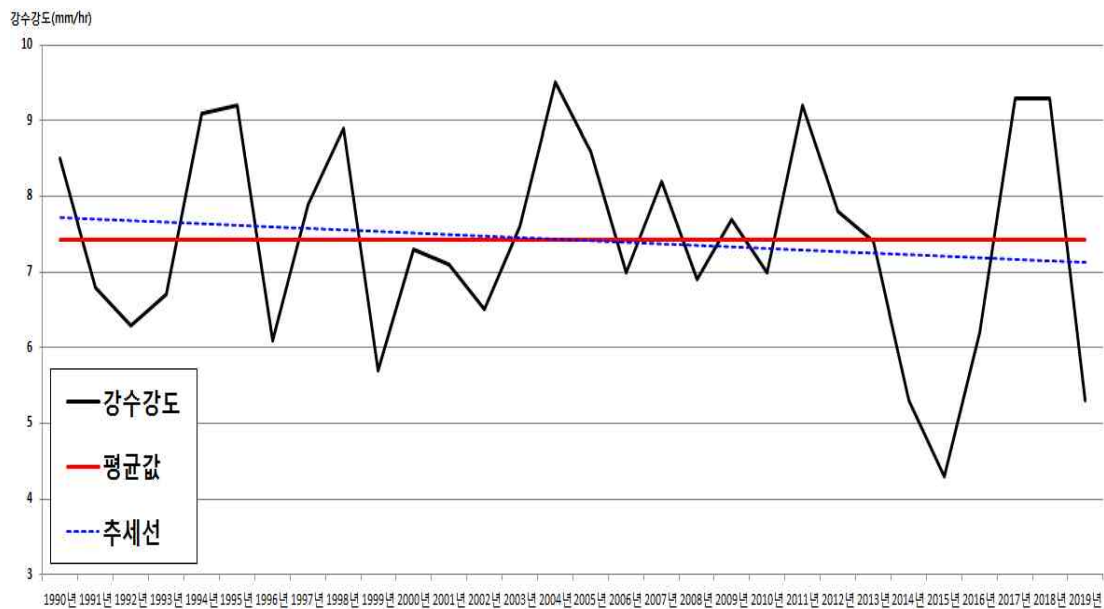
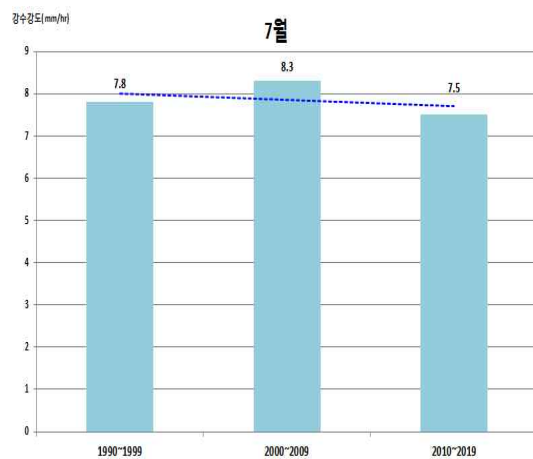
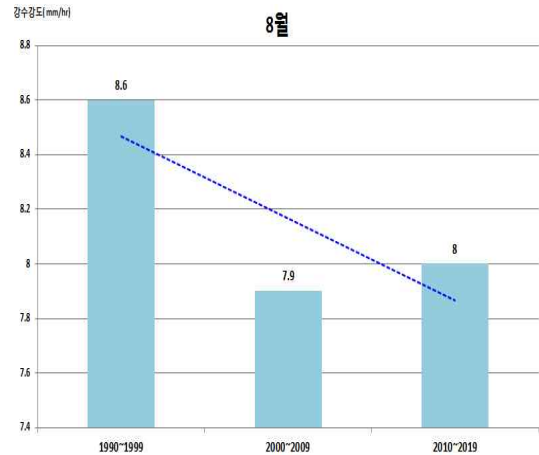
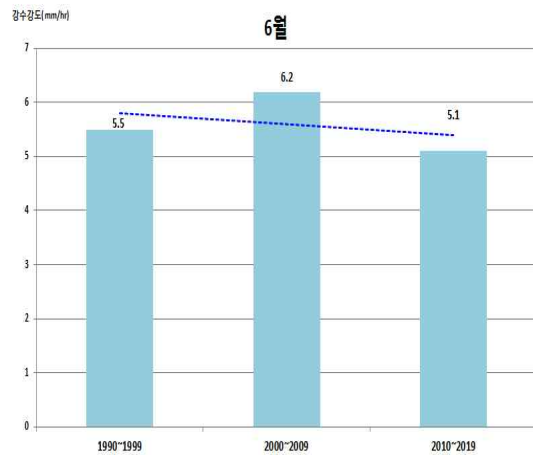


그림 1.4. 충북 여름철 기상관서의 강수강도 변화 경향

충북지역의 여름철 강수강도는 전반적으로 약간 하강하는 추세를 보이고 있다. 강수강도의 변화폭은 있지만 감소를 하고 있으며, 최근 5년간 강수강도의 변화 폭이 크며, 평균적인 강수강도는 7.5mm/hr 정도 된다. 최다 강수강도는 2004년의 9.5mm/hr로 가장 많았으며, 2017년과 2018년이 9.3mm/hr, 1995년과 2011년이 9.2mm/hr 순으로 많았다.

다음은 10년 단위의 월별 강수강도를 살펴보았는데, 그 결과는 아래 그림과 같다.



- 8월 강수강도 하강폭 가장 큼
- (6월, 7월) 강수강도 거의 비슷
- (8월) 강수강도 점차 하강

그림 1.5. 충북 여름철 기상관서의 월별 강수강도 변화 경향(10년 단위)

제4절 여름철 강수강도 편차 변화경향

충북지역의 여름철 강수강도 편차(일 최다 1시간 강수량 연도별 표준편차⁷⁾ 값) 변화 경향을 알아보기 위해 주요 기상관서 5곳의 최근 30년간(1990년~2019년)의 여름철(6~8월) 일 최다 1시간 강수량을 분석 하였다.

전반적인 변화경향은 아래 그림과 같다.

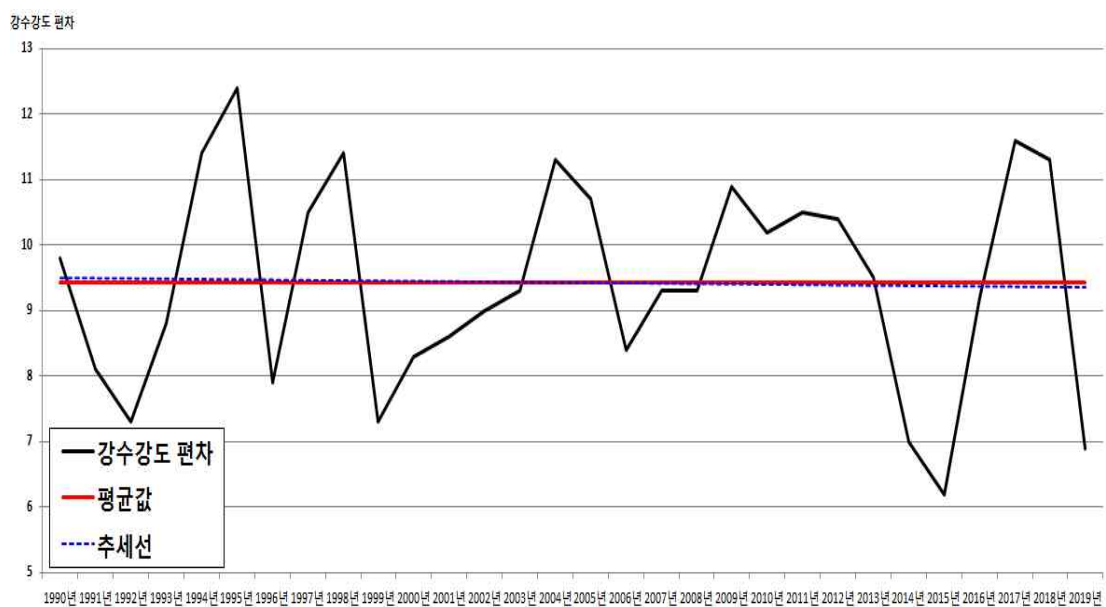


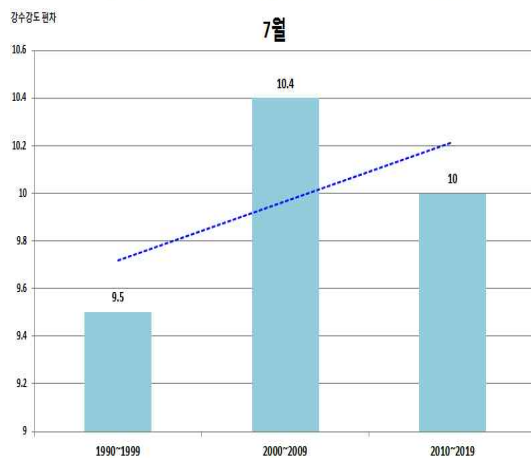
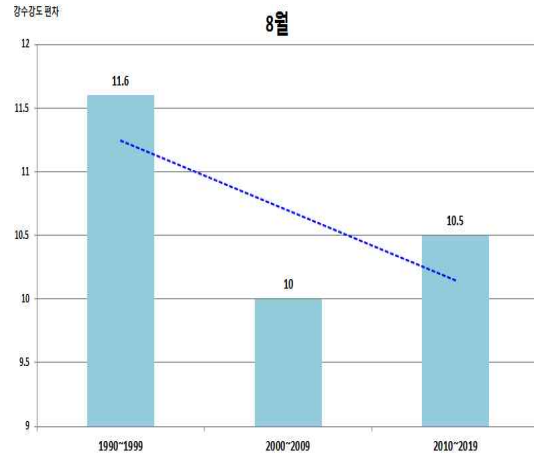
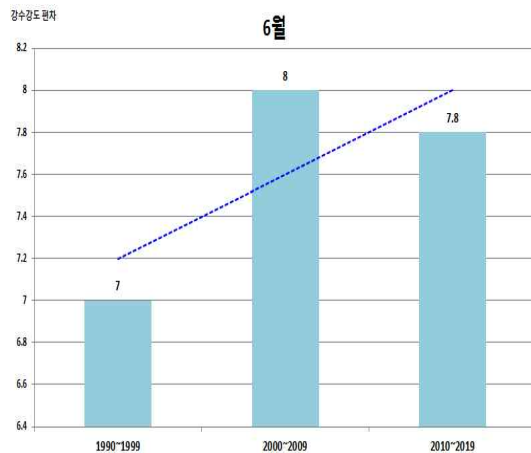
그림 1.6. 충북 여름철 기상관서의 강수강도 편차 변화 경향

충북지역의 여름철 강수강도 편차는 거의 변화 없는 추세를 보이고 있다.

최다 강수강도의 편차는 1995년의 12.4로 가장 높았고, 2017년의 11.6, 1994년의 11.4 순으로 편차를 보였다.

다음은 10년 단위의 월별 강수강도 편차를 살펴보았는데, 그 결과는 아래 그림과 같다.

7) 평균을 기준으로 강수강도 값이 얼마나 잘 모여 있는가 혹은 들쭉날쭉한 정도가 얼마나 심하냐를 나타내는 통계 값
 - 값 자체에 의미를 부여하기 보다는 연도별로 표준편차 값이 얼마나 변화하는지를 분석하는 것이 중요
 - (예시) 표준편차 값이 연도가 지날수록 상승(하강) → 연도가 지날수록 강수강도가 변화폭이 커짐(작아짐)



- 6월 강수강도 편차 상승폭 가장 큼
- (6월, 7월) 강수강도 편차 점차 상승
⇒ 집중호우 발생비율 상승
- (8월) 강수강도 편차 점차 하강
⇒ 집중호우 발생비율 하강

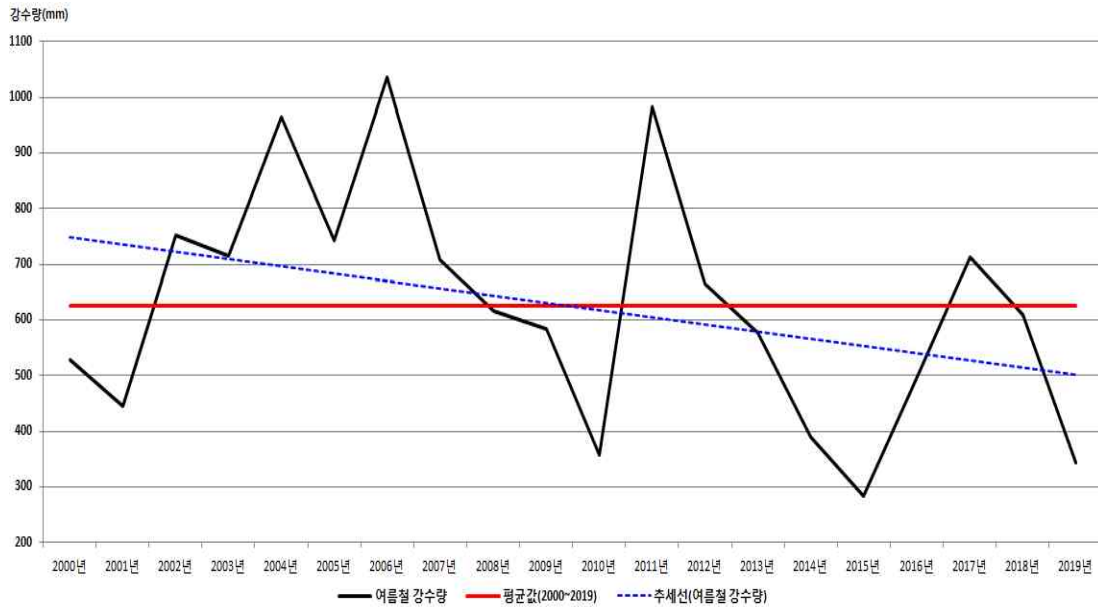
그림 1.7. 충북 여름철 기상관서의 월별 강수강도 편차 변화 경향(10년 단위)

제5절 충북 11개 시·군의 여름철 강수 변화경향

충북지역 11개 시·군의 최근 20년(AWS 지점-6곳) 및 30년(ASOS 지점-5곳)간의 여름철 강수 변화경향을 분석하였고, 그 결과는 아래 그림에 나타내었다.

1. 단양군(2000년~2019년)

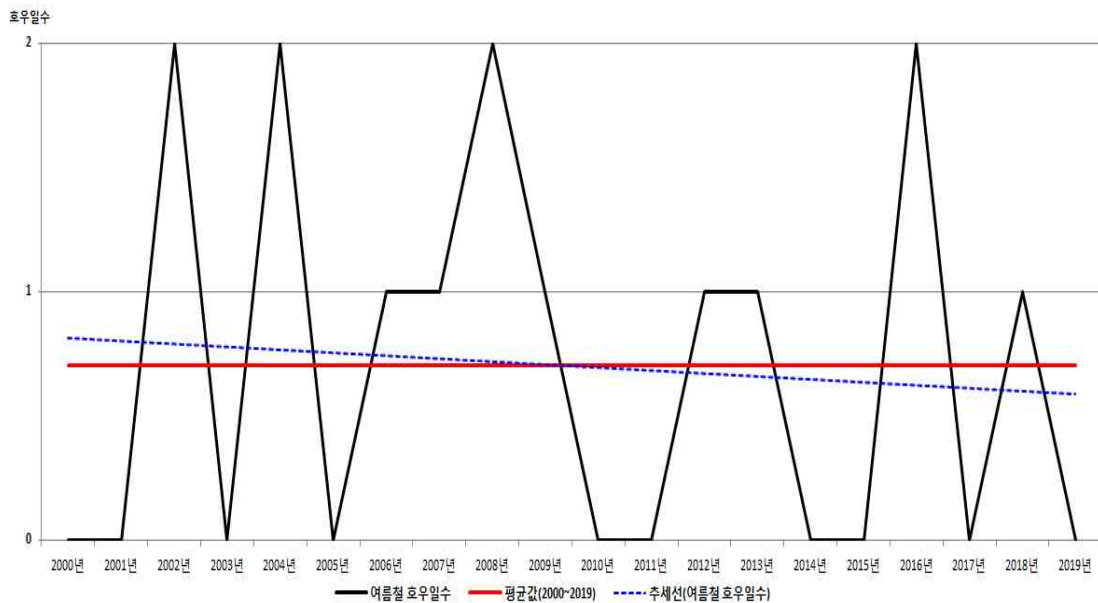
(연도별) 여름철 강수량



■ 20년간('00~'19) 여름철 강수량은 점차 하강하는 추세

- 강수량 최고기록은 1035.0mm('06년) > 983.5mm('11년) > 964.0mm('04년) 순
- 강수량 최저기록은 283.5mm('15년) < 344.0mm('19년) < 357.0mm('10년) 순

(연도별) 여름철 호우일수



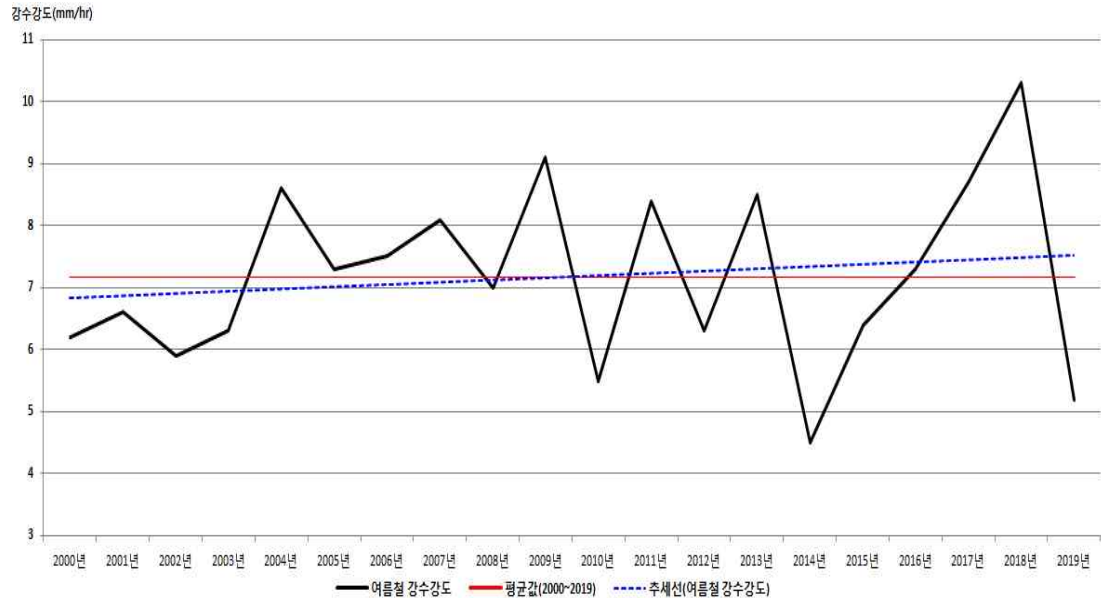
■ 20년간('00~'19) 호우일수는 거의 변화 없는 추세

- 최다 호우일수는 2일('02년,'04년,'08년,'16년) > 1일('06년,'07년,'09년,'12년,'13년,'18년) 순

그림 1.8. 여름철 강수량 및 호우일수(단양군)

1. 단양군(2000년~2019년)

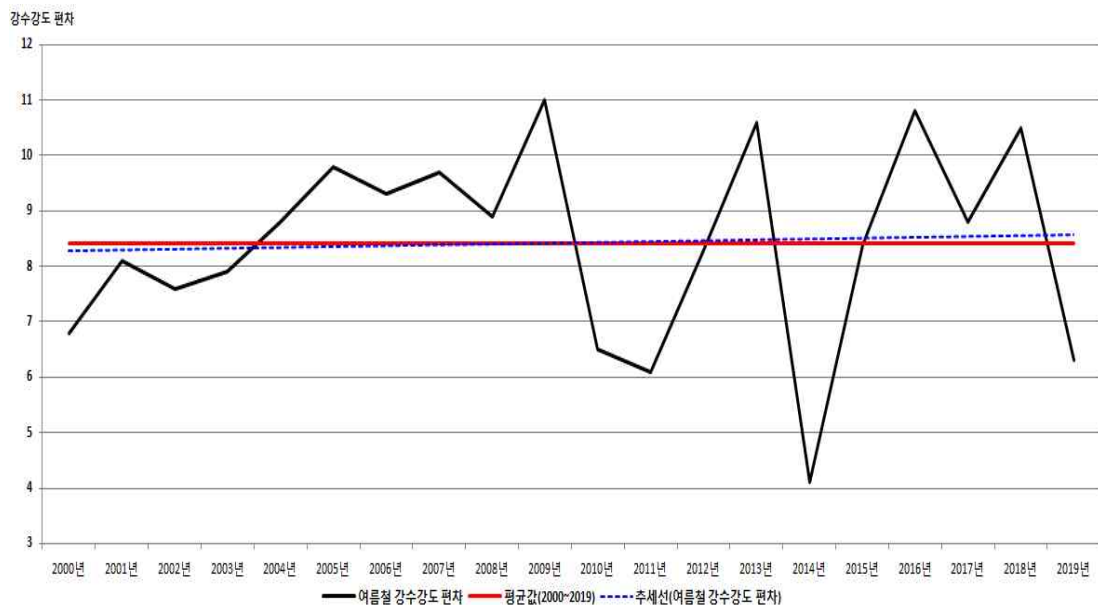
(연도별) 여름철 강수강도



■ 20년간('00~'19) 강수강도는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도는 10.3mm/hr('18년) > 9.1mm/hr('09년) > 8.7mm/hr('17년)순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



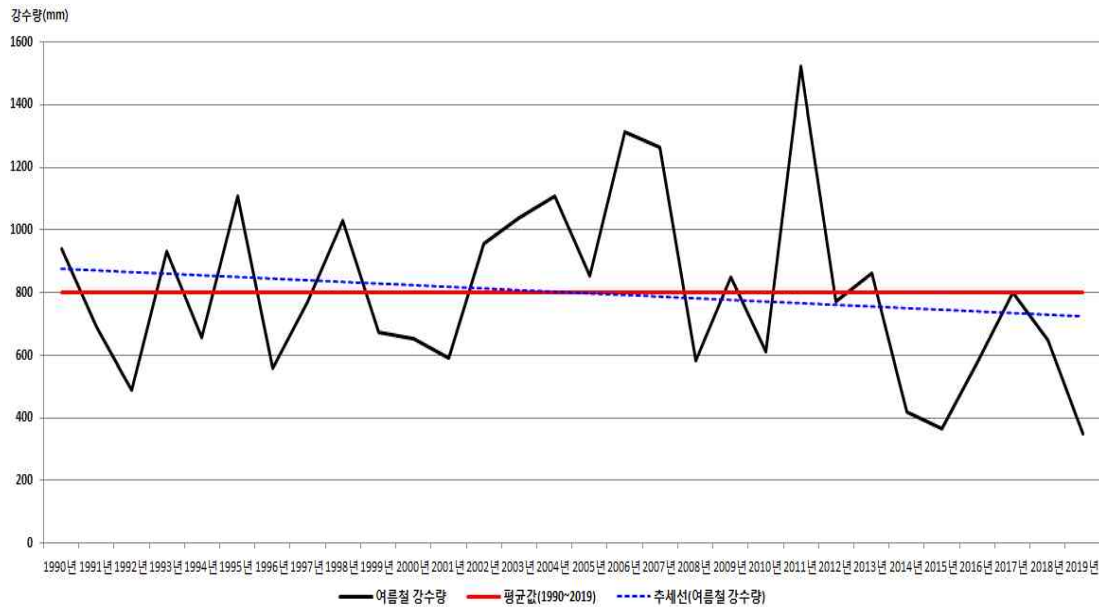
■ 20년간('00~'19) 강수강도 편차는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도 편차는 11.0('09년) > 10.8('16년) > 10.6('13년)순

그림 1.9. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(단양군)

2. 제천시(1990년~2019년)

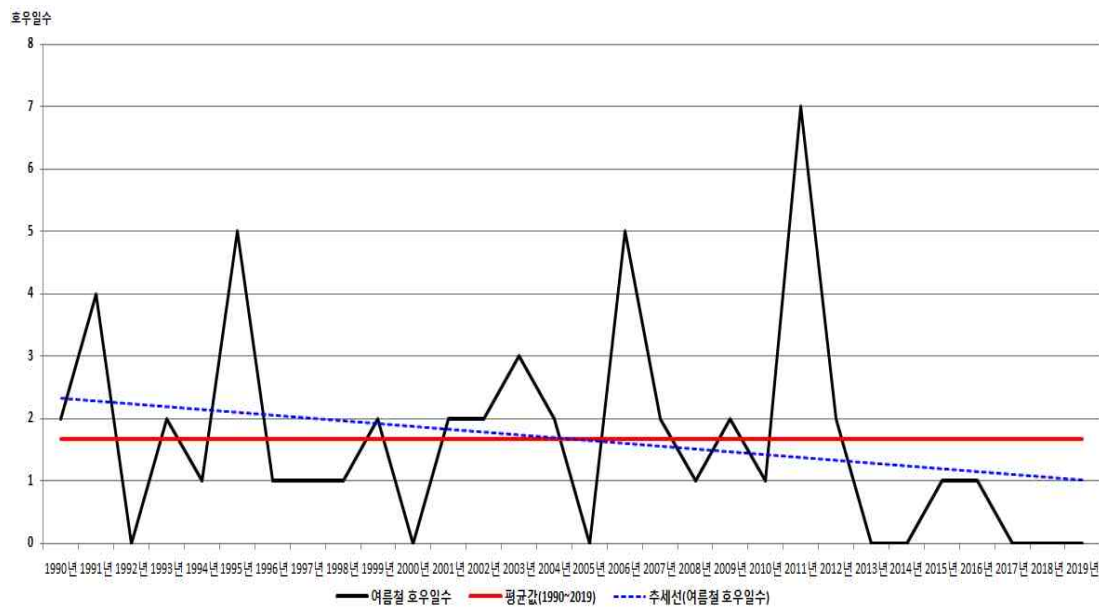
(연도별) 여름철 강수량



■ 30년간('90~'19) 여름철 강수량은 **점차 하강**하는 추세

- 강수량 최고기록은 1522.7mm('11년) > 1312.5mm('06년) > 1263.0mm('07년)순
- 강수량 최저기록은 347.7mm('19년) < 364.3mm('15년) < 419.7mm('14년)순

(연도별) 여름철 호우일수



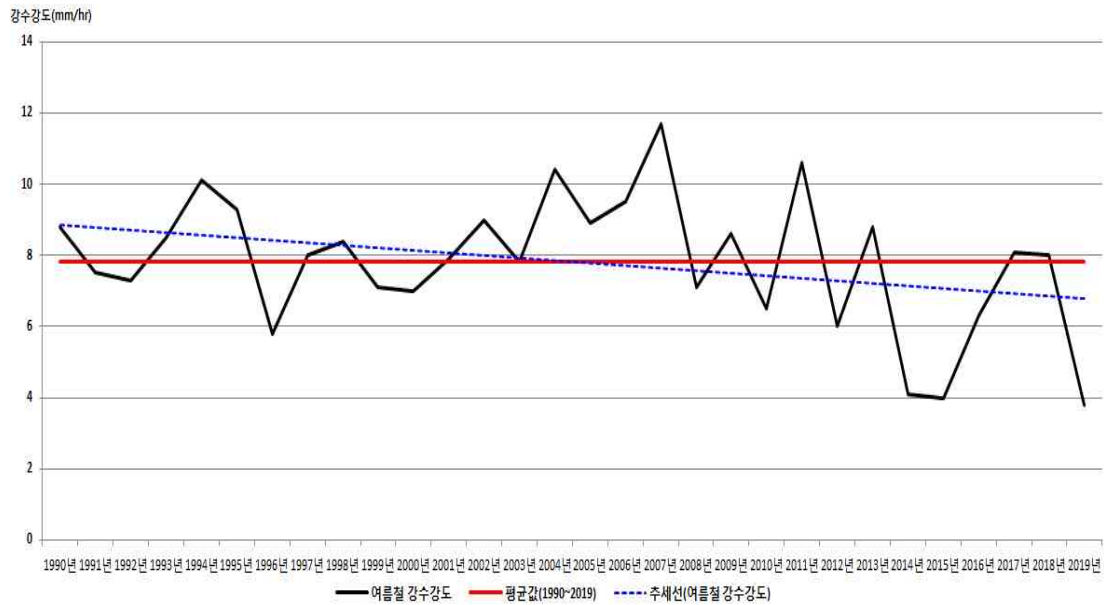
■ 30년간('90~'19) 호우일수는 **점차 하강**하는 추세

- 최다 호우일수는 7일('11년) > 5일('95년, '06년) > 4일('91년)순

그림 1.10. 여름철 강수량 및 호우일수(제천시)

2. 제천시(1990년~2019년)

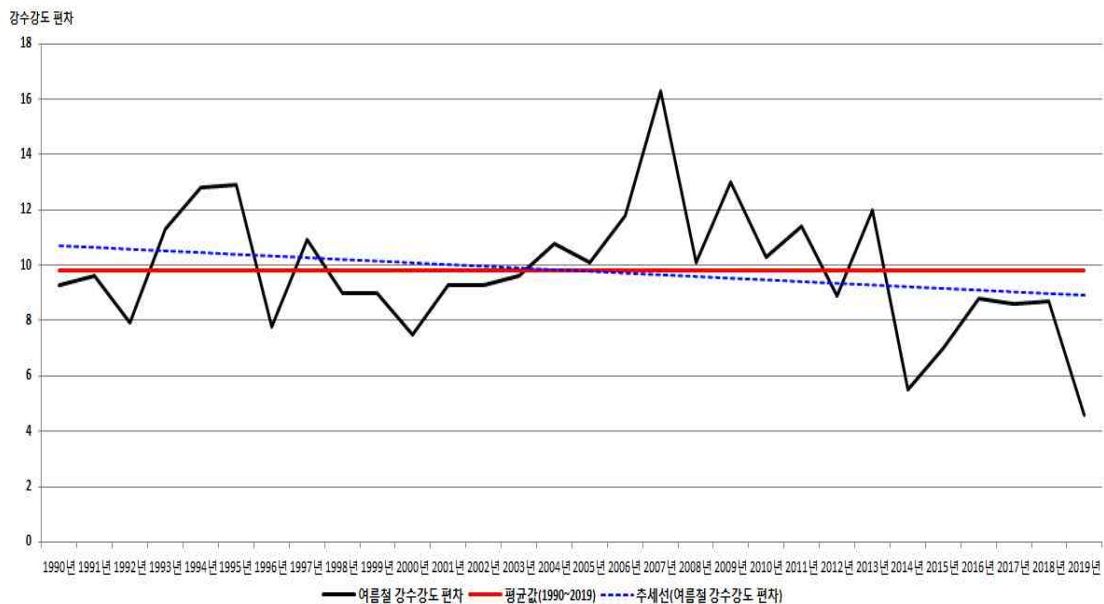
(연도별) 여름철 강수강도



■ 30년간('90~'19) 강수강도는 점차 하강하는 추세

- 최다 강수강도는 11.7mm/hr('07년) > 10.6mm/hr('11년) > 10.4mm/hr('04년) 순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



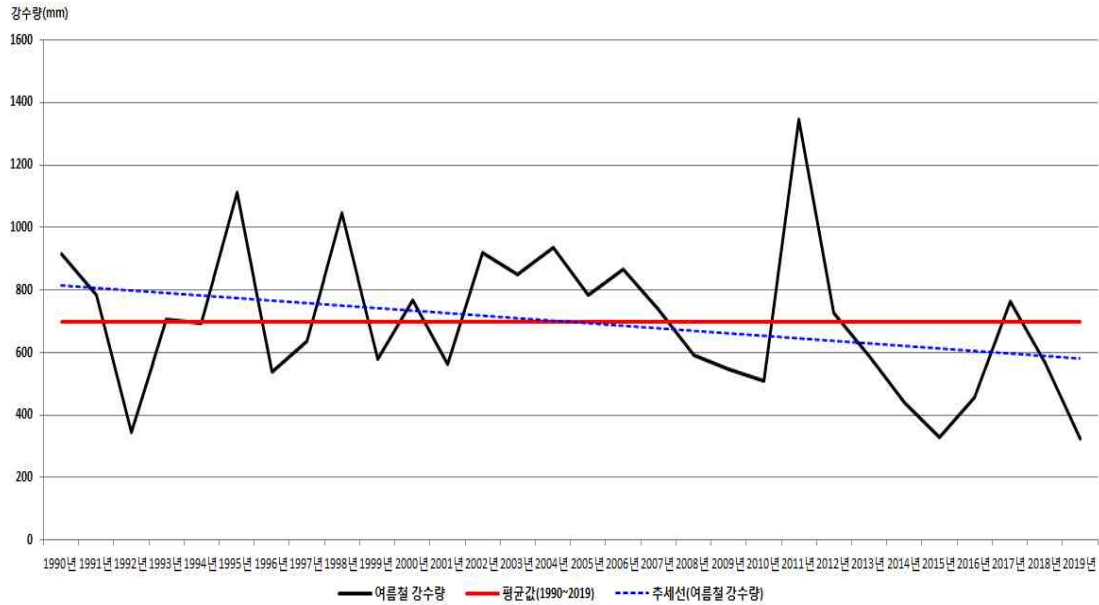
■ 30년간('90~'19) 강수강도 편차는 점차 하강하는 추세

- 최다 강수강도 편차는 16.3('07년) > 13.0('09년) > 12.9('95년) 순

그림 1.11. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(제천시)

3. 충주시(1990년~2019년)

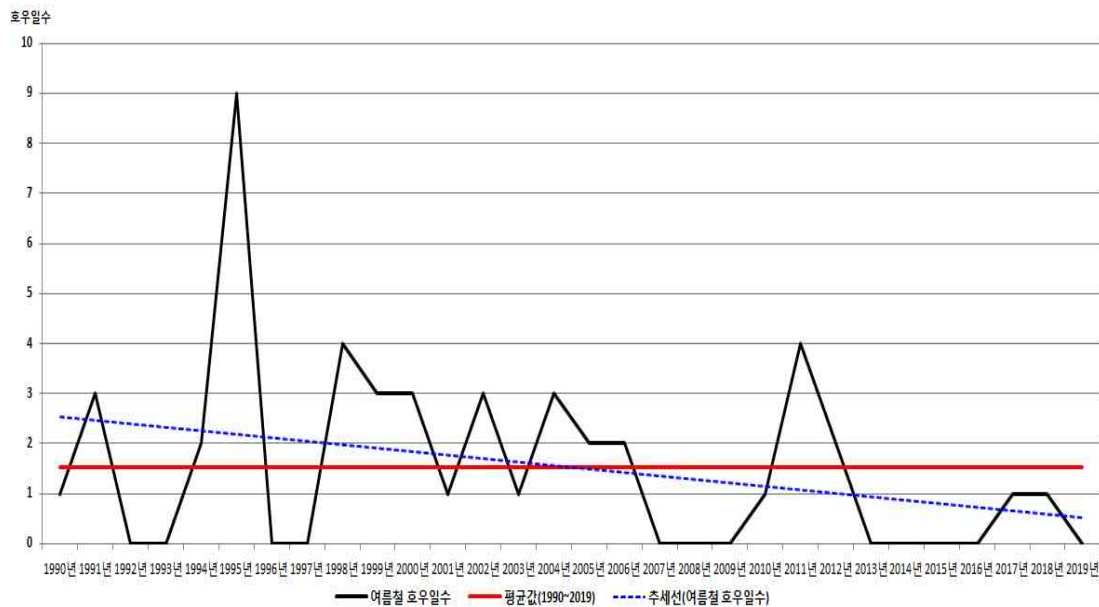
(연도별) 여름철 강수량



■ 30년간('90~'19) 여름철 강수량은 점차 하강하는 추세

- 강수량 최고기록은 1345.9mm('11년) > 1111.8mm('95년) > 1046.0mm('98년) 순
- 강수량 최저기록은 323.6mm('19년) < 328.4mm('15년) < 345.7mm('92년) 순

(연도별) 여름철 호우일수



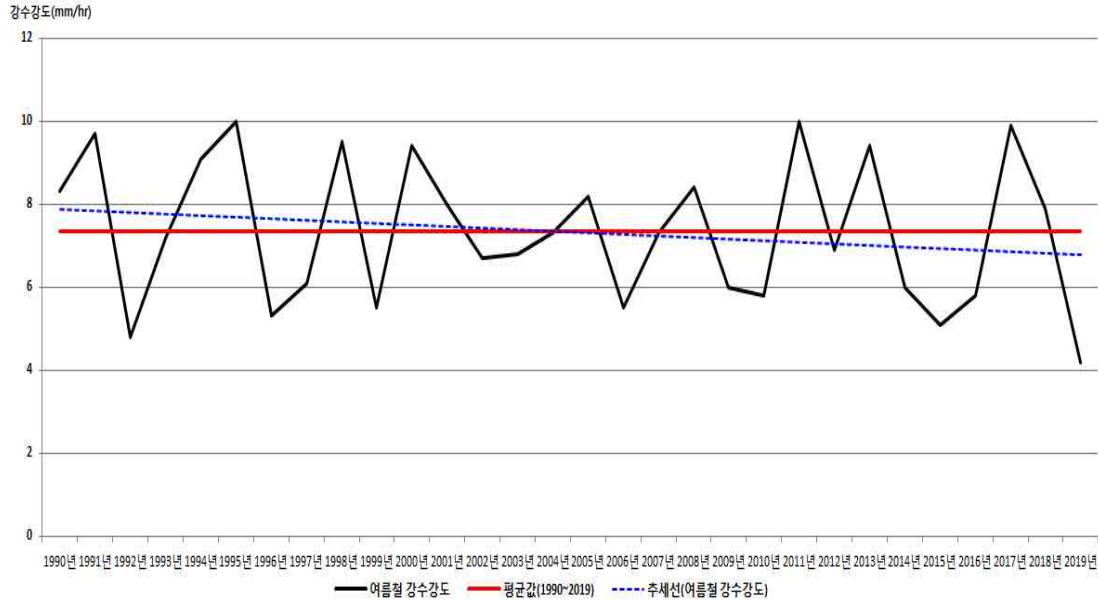
■ 30년간('90~'19) 호우일수는 점차 하강하는 추세

- 최다 호우일수는 9일('95년) > 4일('98년, '11년) > 3일('91년, '99년, '00년, '02년, '04년) 순

그림 1.12. 여름철 강수량 및 호우일수(충주시)

3. 충주시(1990년~2019년)

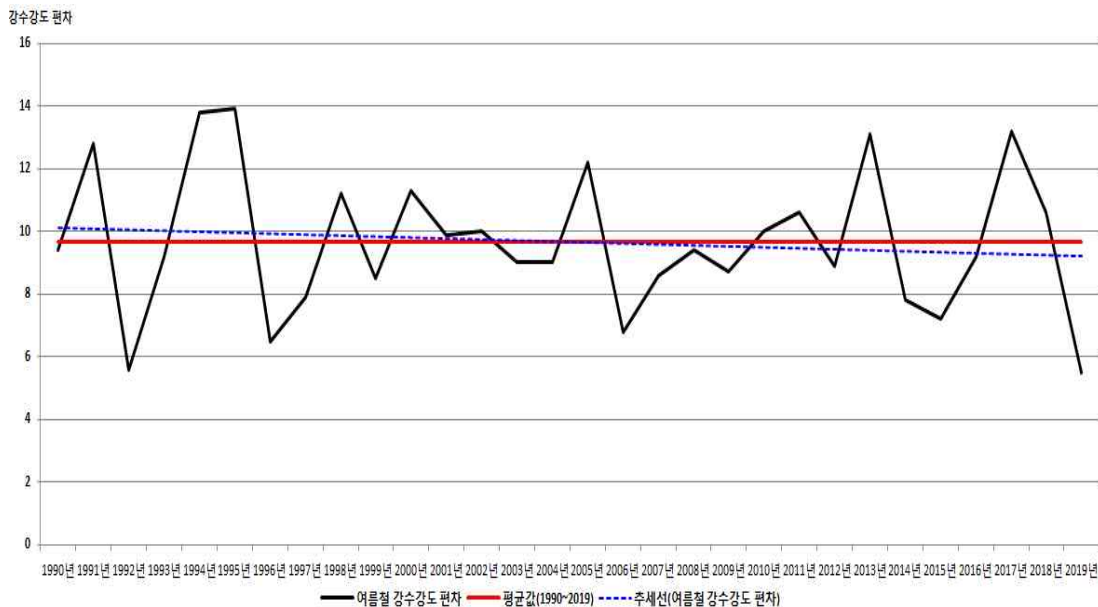
(연도별) 여름철 강수강도



■ 30년간('90~'19) 강수강도는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도는 10.0mm/hr('95년,'11년) > 9.9mm/hr('17년) > 9.7mm/hr('91년)순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



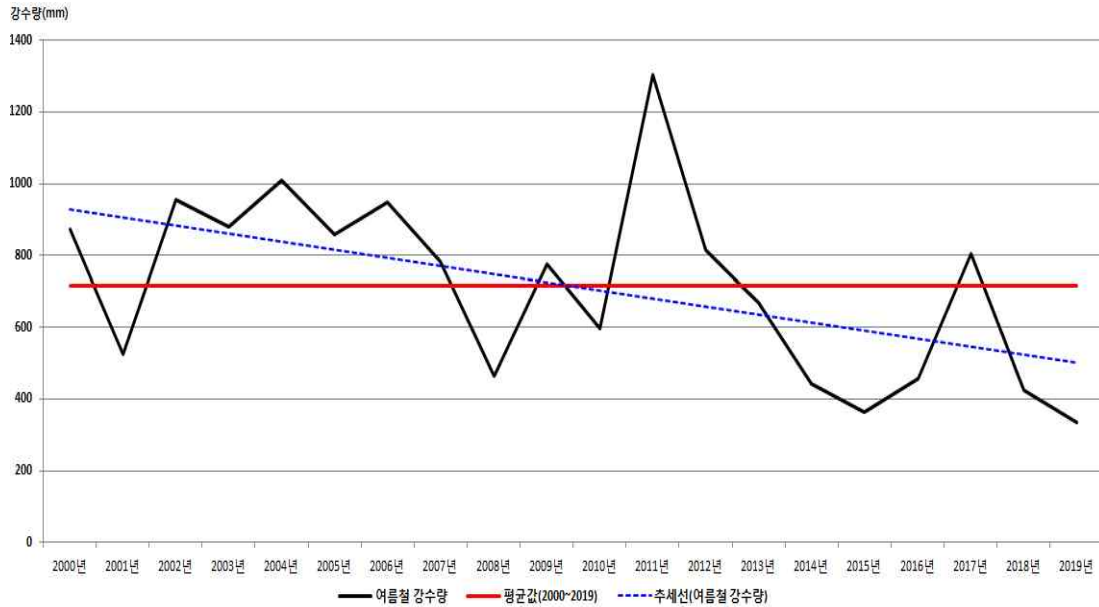
■ 30년간('90~'19) 강수강도 편차는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도 편차는 13.9('95년) > 13.8('94년) > 13.2('17년)순

그림 1.13. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(충주시)

4. 음성군(2000년~2019년)

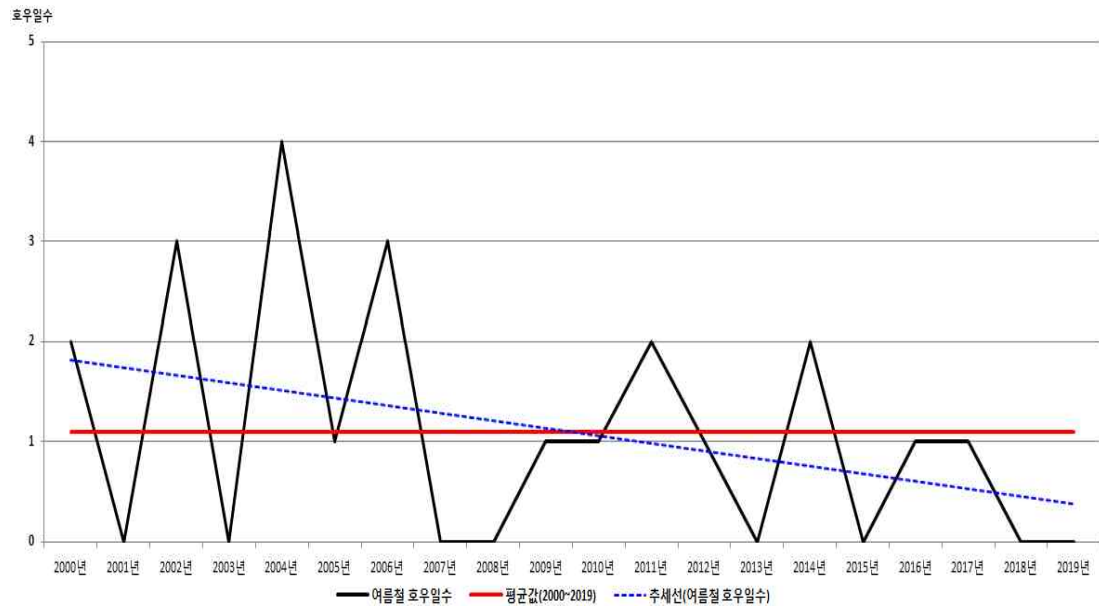
(연도별) 여름철 강수량



■ 20년간('00~'19) 여름철 강수량은 점차 하강하는 추세

- 강수량 최고기록은 1305.5mm('11년) > 1009.5mm('04년) > 955.5mm('02년)순
- 강수량 최저기록은 334.5mm('19년) < 365.0mm('15년) < 424.0mm('18년)순

(연도별) 여름철 호우일수



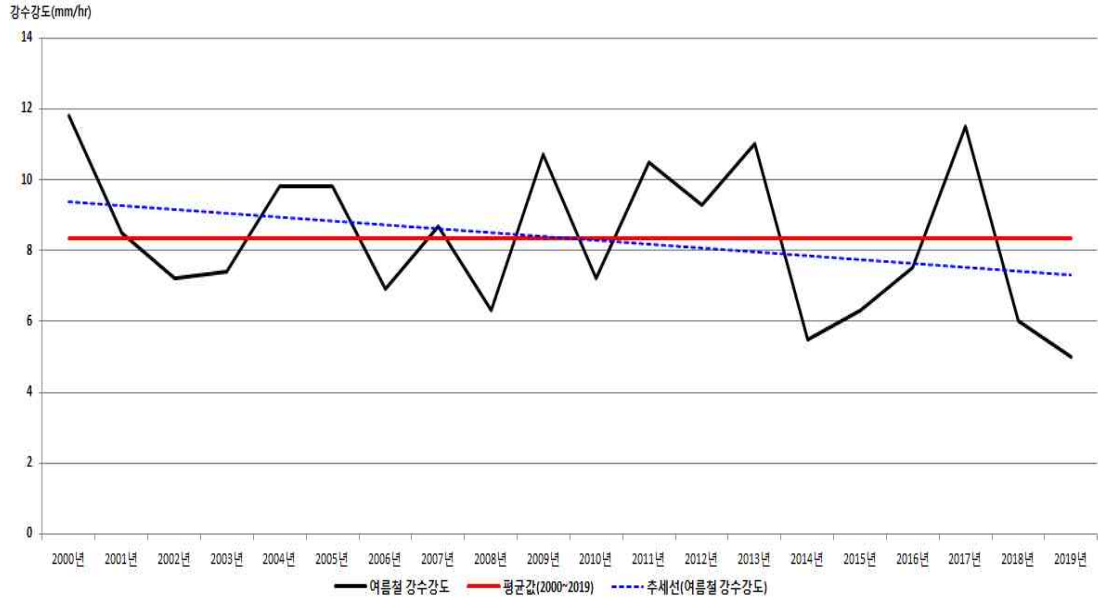
■ 20년간('00~'19) 호우일수는 점차 하강하는 추세

- 최다 호우일수는 4일('04년) > 3일('02,'06년) > 2일('00년,'11년,'14년)순

그림 1.14. 여름철 강수량 및 호우일수(음성군)

4. 음성군(2000년~2019년)

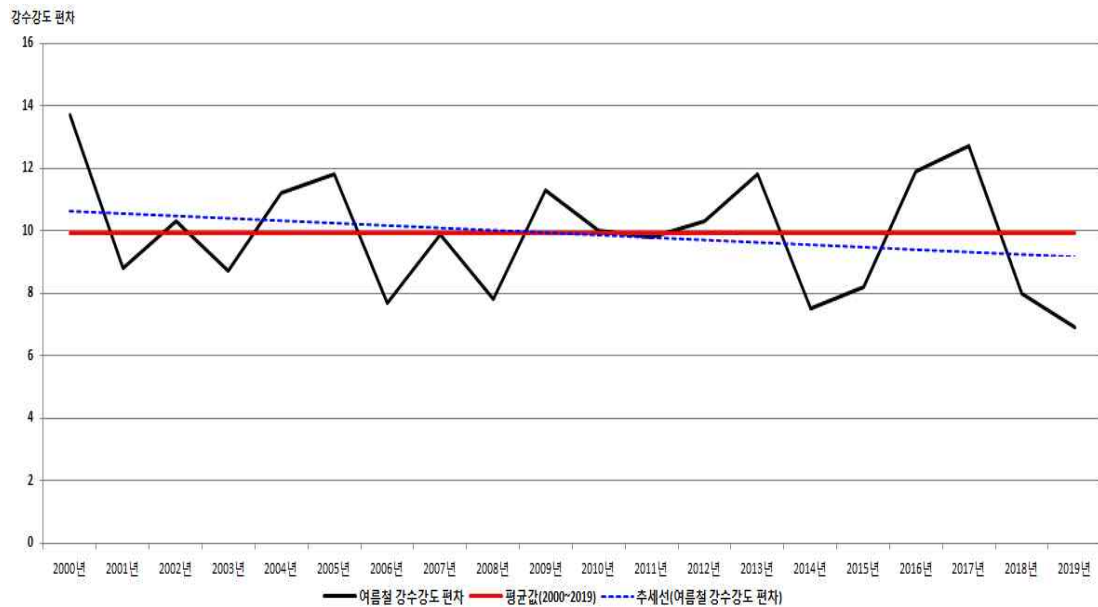
(연도별) 여름철 강수강도



■ 20년간('00~'19) 강수강도는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도는 10.3mm/hr('18년) > 9.1mm/hr('09년) > 8.7mm/hr('17년)순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



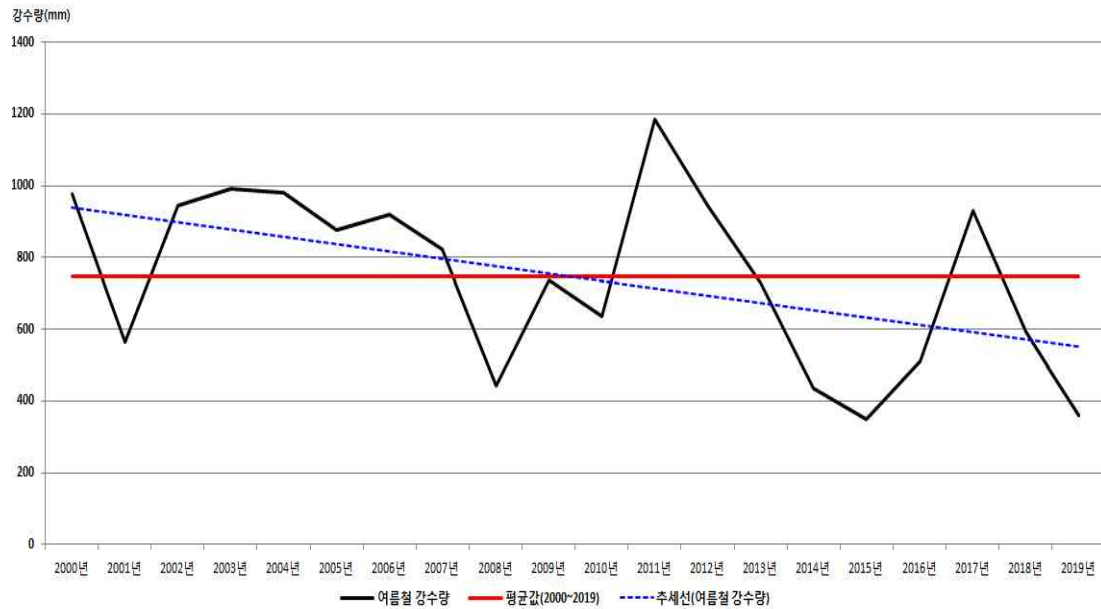
■ 20년간('00~'19) 강수강도 편차는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도 편차는 13.7('00년) > 12.7('17년) > 11.9('16년)순

그림 1.15. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(음성군)

5. 진천군(2000년~2019년)

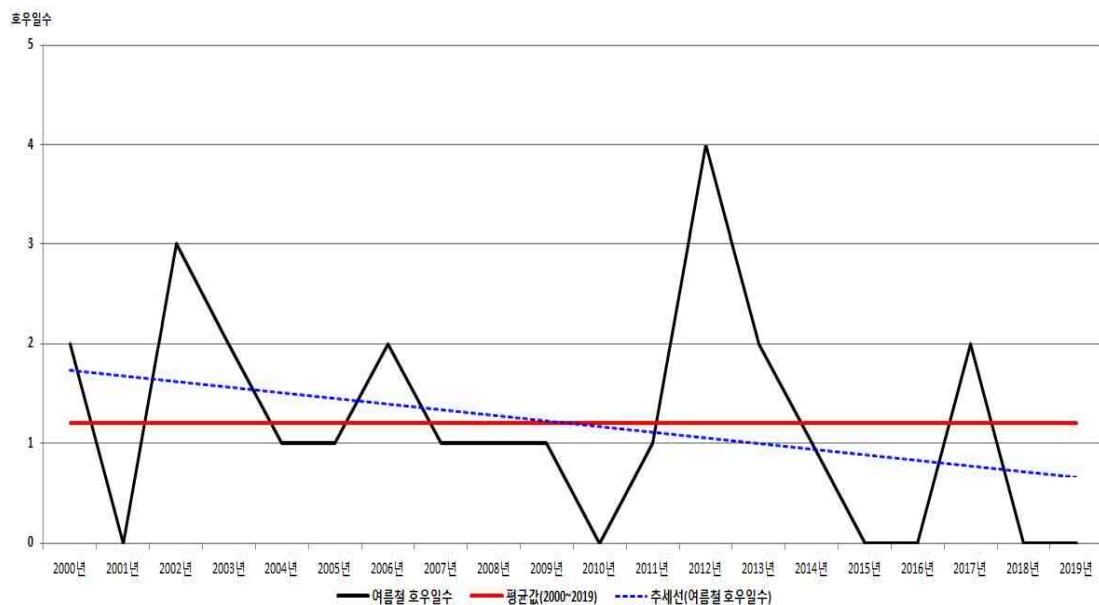
(연도별) 여름철 강수량



■ 20년간('00~'19) 여름철 강수량은 점차 하강하는 추세

- 강수량 최고기록은 1185.5mm('11년) > 990.0mm('03년) > 981.0mm('04년)순
- 강수량 최저기록은 349.0mm('15년) < 359.5mm('19년) < 433.5mm('14년)순

(연도별) 여름철 호우일수



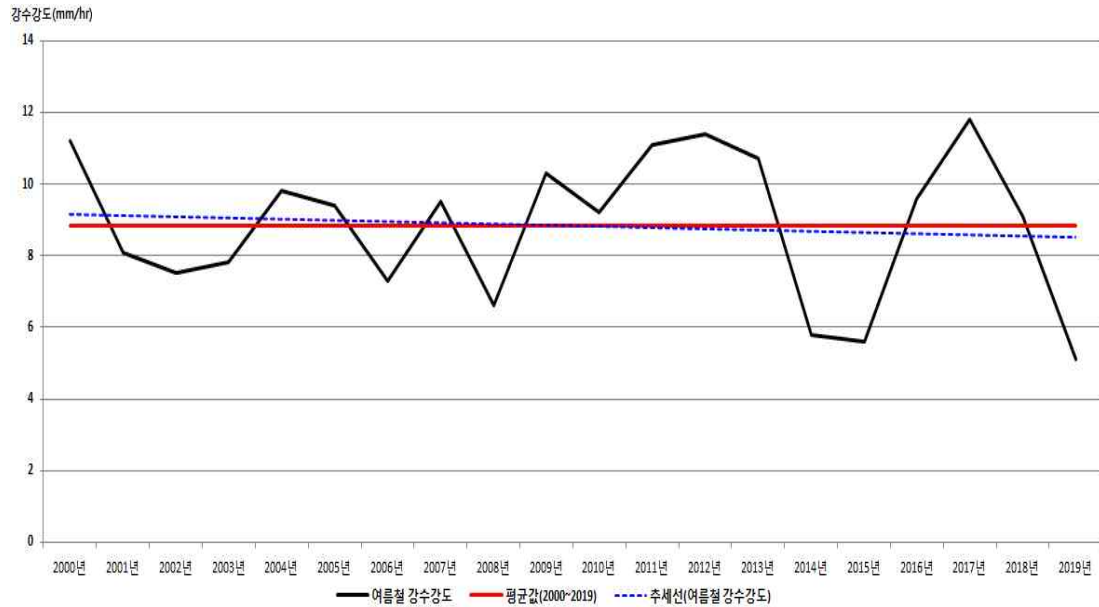
■ 20년간('00~'19) 호우일수는 점차 하강하는 추세

- 최다 호우일수는 4일('12년) > 3일('02년) > 2일('00년,'03년,'06년,'13년,'17년)순

그림 1.16. 여름철 강수량 및 호우일수(진천군)

5. 진천군(2000년~2019년)

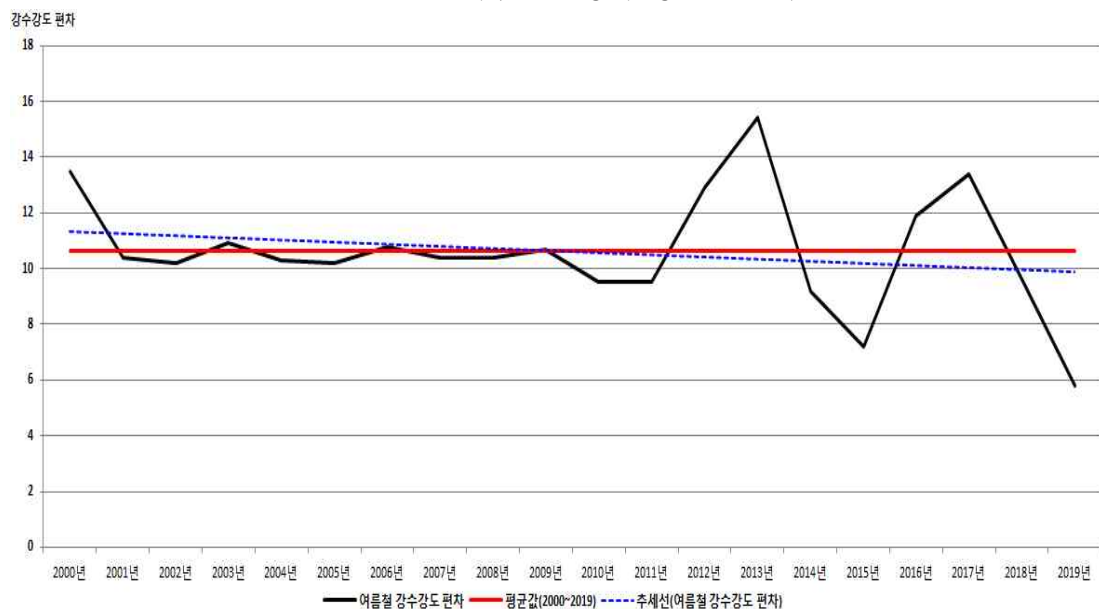
(연도별) 여름철 강수강도



■ 20년간('00~'19) 강수강도는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도는 11.8mm/hr('17년) > 11.4mm/hr('12년) > 11.2mm/hr('00년) 순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



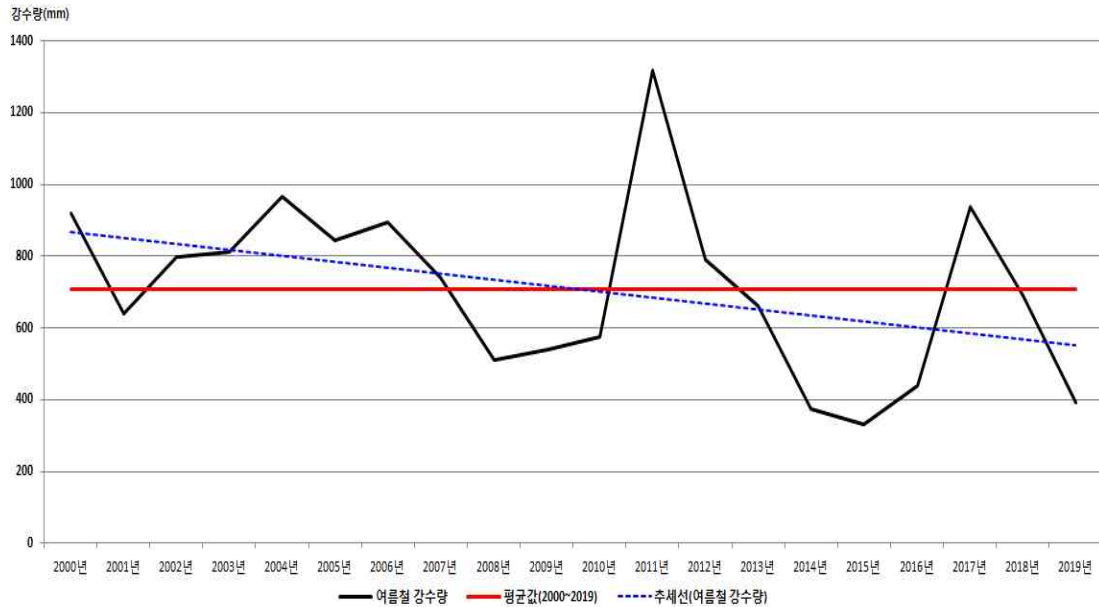
■ 20년간('00~'19) 강수강도 편차는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도 편차는 15.4('13년) > 13.5('00년) > 13.4('17년) 순

그림 1.17. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(진천군)

6. 증평균(2000년~2019년)

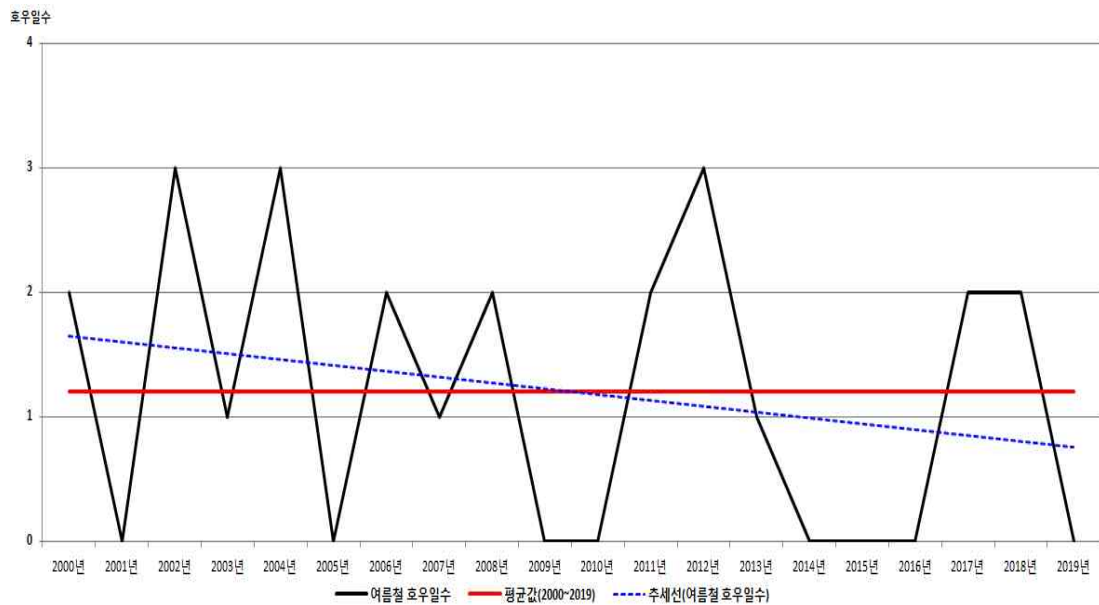
(연도별) 여름철 강수량



■ 20년간('00~'19) 여름철 강수량은 점차 하강하는 추세

- 강수량 최고기록은 1318.5mm('11년) > 967.5mm('04년) > 937.0mm('17년)순
- 강수량 최저기록은 331.5mm('15년) < 374.5mm('14년) < 390.5mm('19년)순

(연도별) 여름철 호우일수



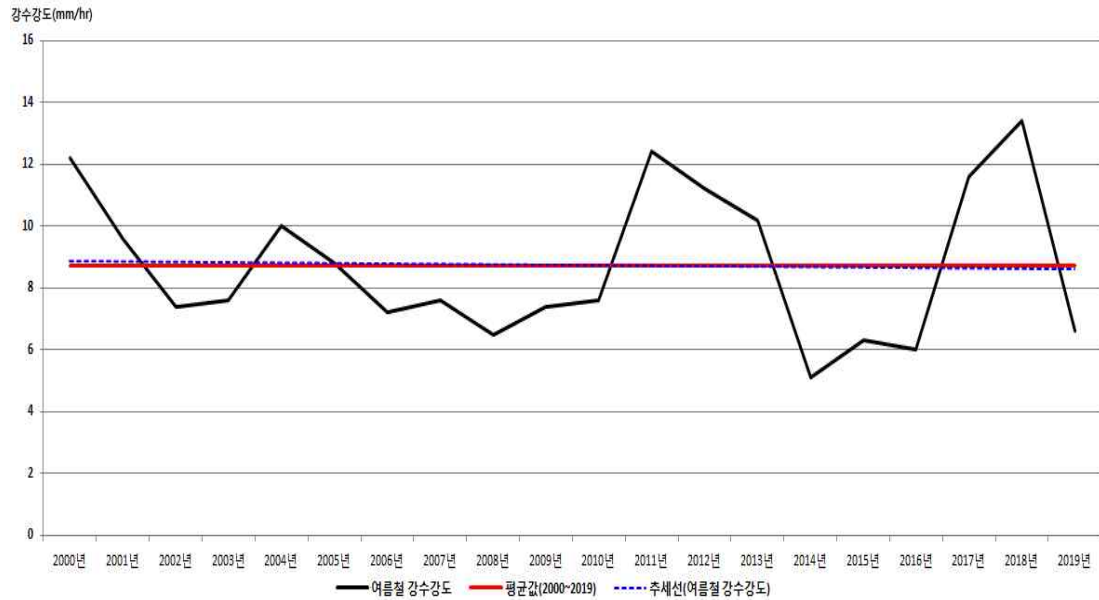
■ 20년간('00~'19) 호우일수는 점차 하강하는 추세

- 최다 호우일수는 3일('02년,'04년,'12년) > 2일('00년,'06년,'11년,'17년,'18년)순

그림 1.18. 여름철 강수량 및 호우일수(증평균)

6. 증평균(2000년~2019년)

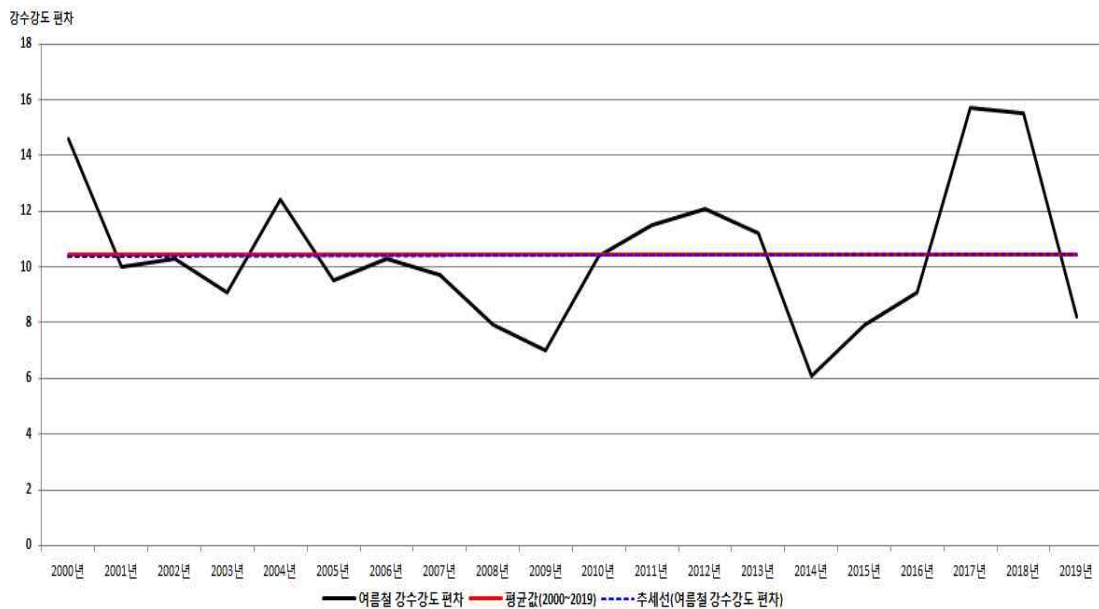
(연도별) 여름철 강수강도



■ 20년간('00~'19) 강수강도는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도는 13.4mm/hr('18년) > 12.4mm/hr('11년) > 12.2mm/hr('00년) 순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



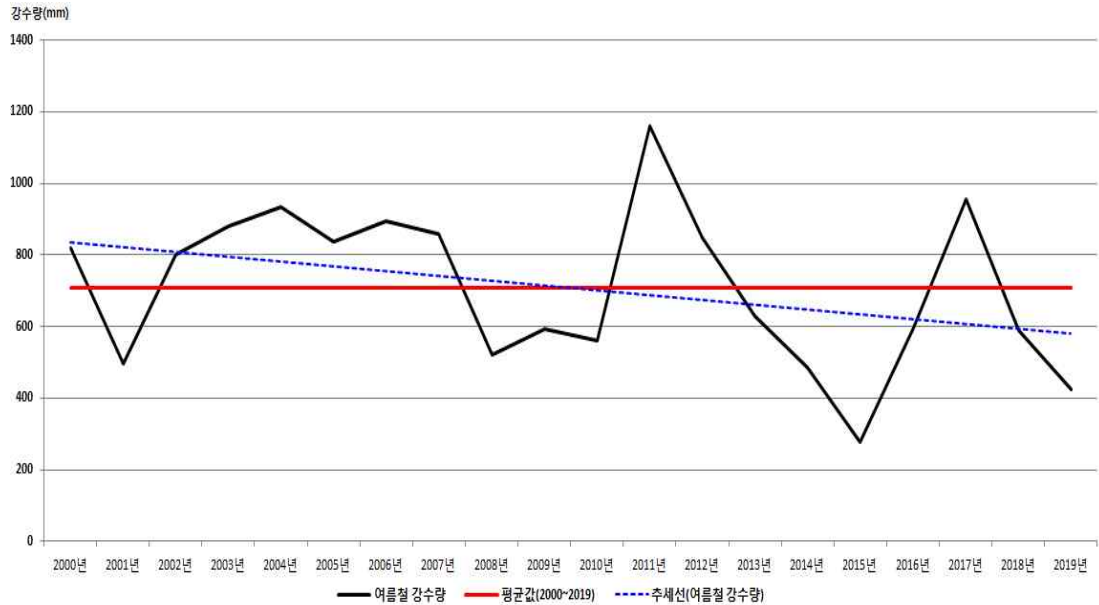
■ 20년간('00~'19) 강수강도 편차는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도 편차는 15.7('17년) > 15.5('18년) > 14.6('00년) 순

그림 1.19. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(증평균)

7. 괴산군(2000년~2019년)

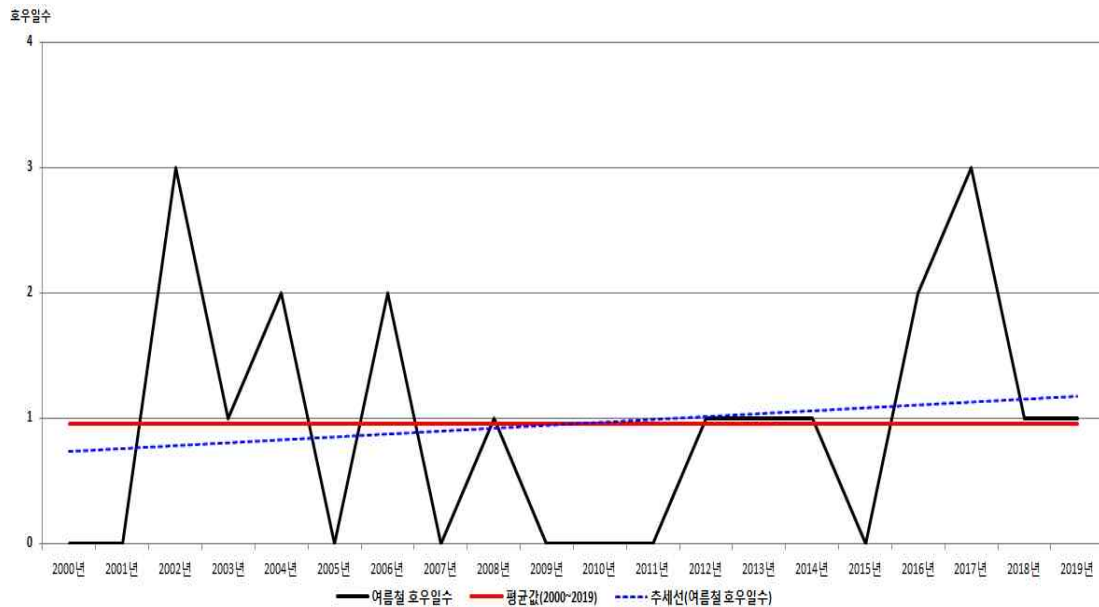
(연도별) 여름철 강수량



■ 20년간('00~'19) 여름철 강수량은 점차 하강하는 추세

- 강수량 최고기록은 1161.5mm('11년) > 955.5mm('17년) > 932.5mm('04년)순
- 강수량 최저기록은 275.5mm('15년) < 424.5mm('19년) < 485.0mm('14년)순

(연도별) 여름철 호우일수



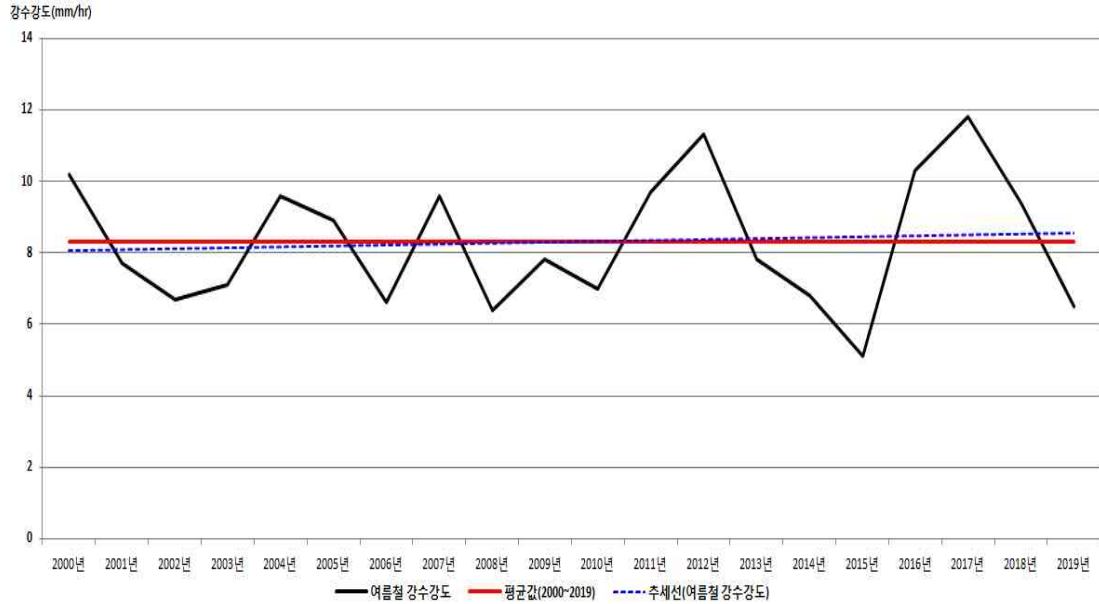
■ 20년간('00~'19) 호우일수는 거의 변화 없는 추세

- 최다 호우일수는 3일('02년, '17년) > 2일('04년, '06년, '16년)순

그림 1.20. 여름철 강수량 및 호우일수(괴산군)

7. 괴산군(2000년~2019년)

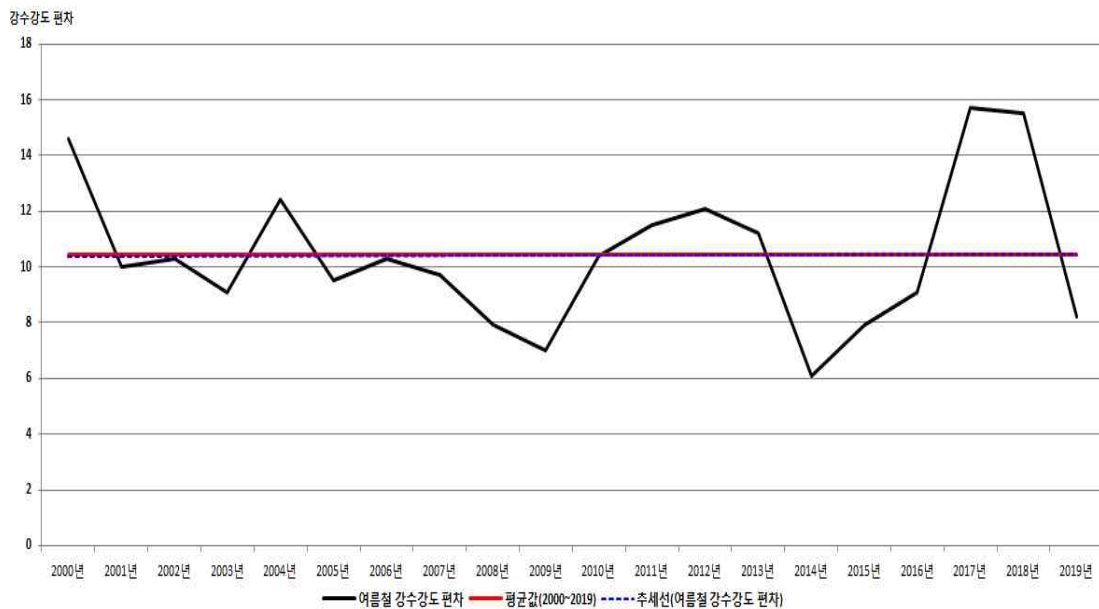
(연도별) 여름철 강수강도



■ 20년간('00~'19) 강수강도는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도는 11.8mm/hr('17년) > 11.3mm/hr('12년) > 10.3mm/hr('16년) 순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



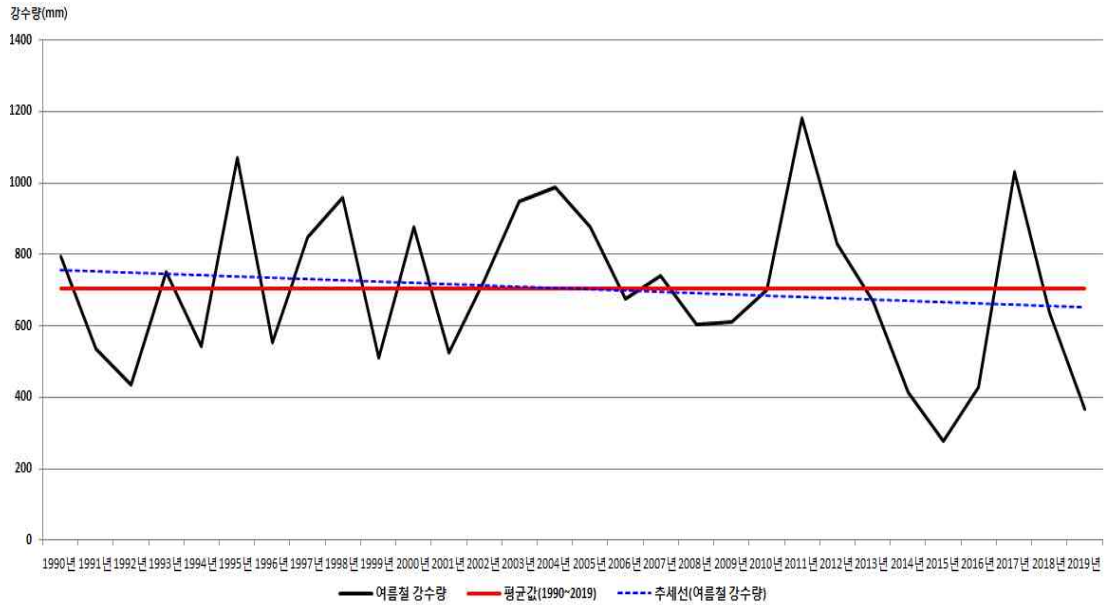
■ 20년간('00~'19) 강수강도 편차는 점차 상승하는 추세

- 최다 강수강도 편차는 15.2('17년) > 12.5('16년) > 12.3('04년) 순

그림 1.21. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(괴산군)

8. 청주시(1990년~2019년)

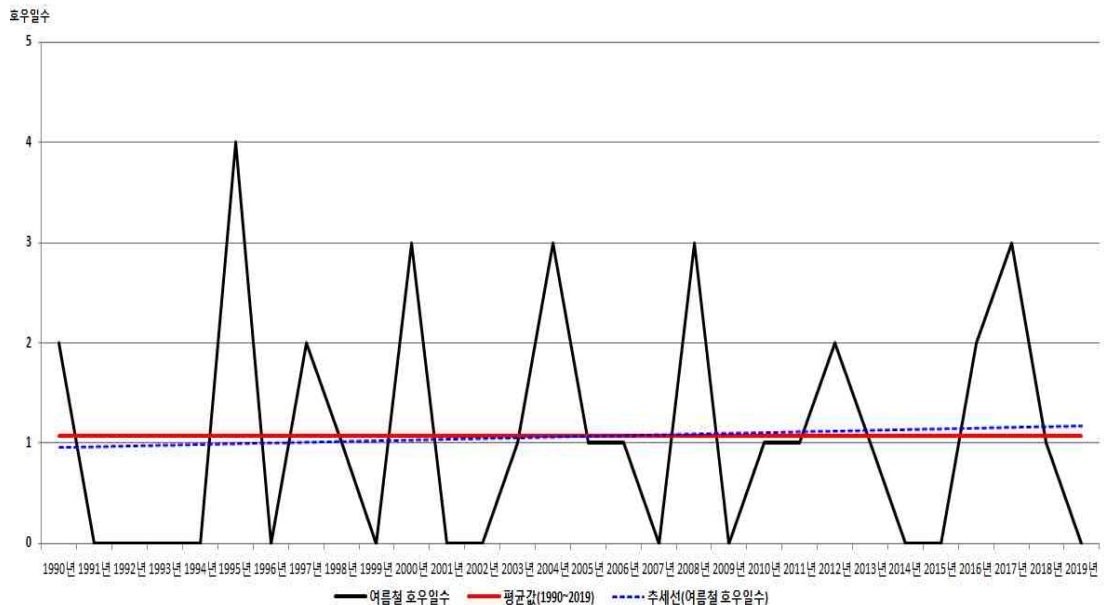
(연도별) 여름철 강수량



■ 30년간('90~'19) 여름철 강수량은 점차 하강하는 추세

- 강수량 최고기록은 1182.8mm('11년) > 1071.2mm('95년) > 1031.8mm('17년)순
- 강수량 최저기록은 279.0mm('15년) < 367.8mm('19년) < 415.2mm('14년)순

(연도별) 여름철 호우일수



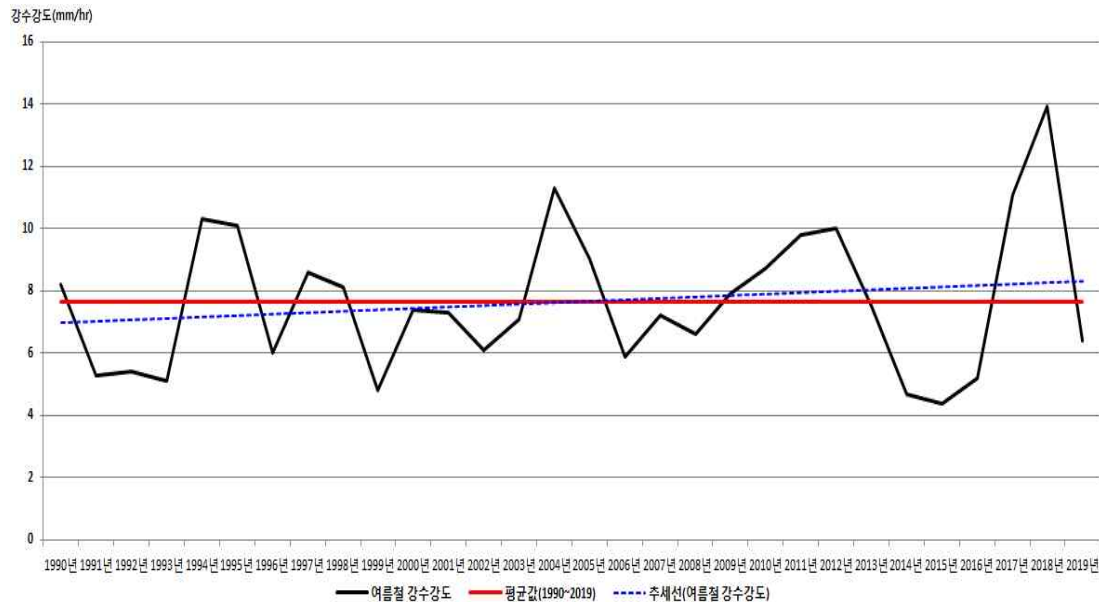
■ 30년간('90~'19) 호우일수는 거의 변화 없는 추세

- 최다 호우일수는 4일('95년) > 3일('00년, '04년, '08년, '17년) > 2일('90년, '97년, '12년, '16년)순

그림 1.22. 여름철 강수량 및 호우일수(청주시)

8. 청주시(1990년~2019년)

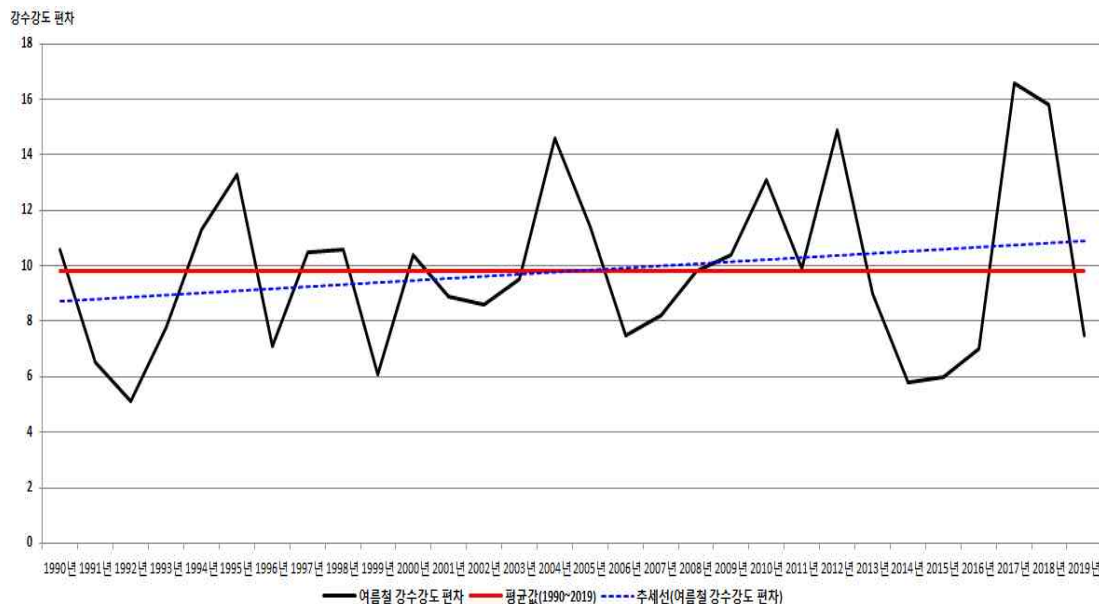
(연도별) 여름철 강수강도



■ 30년간('90~'19) 강수강도는 점차 상승하는 추세

- 최다 강수강도는 13.9mm/hr('18년) > 11.3mm/hr('04년) > 11.1mm/hr('17년) 순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



■ 30년간('90~'19) 강수강도 편차는 점차 상승하는 추세

- 최다 강수강도 편차는 16.6('17년) > 15.8('18년) > 14.9('12년) 순

그림 1.23. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(청주시)

9. 보은군(1990년~2019년)

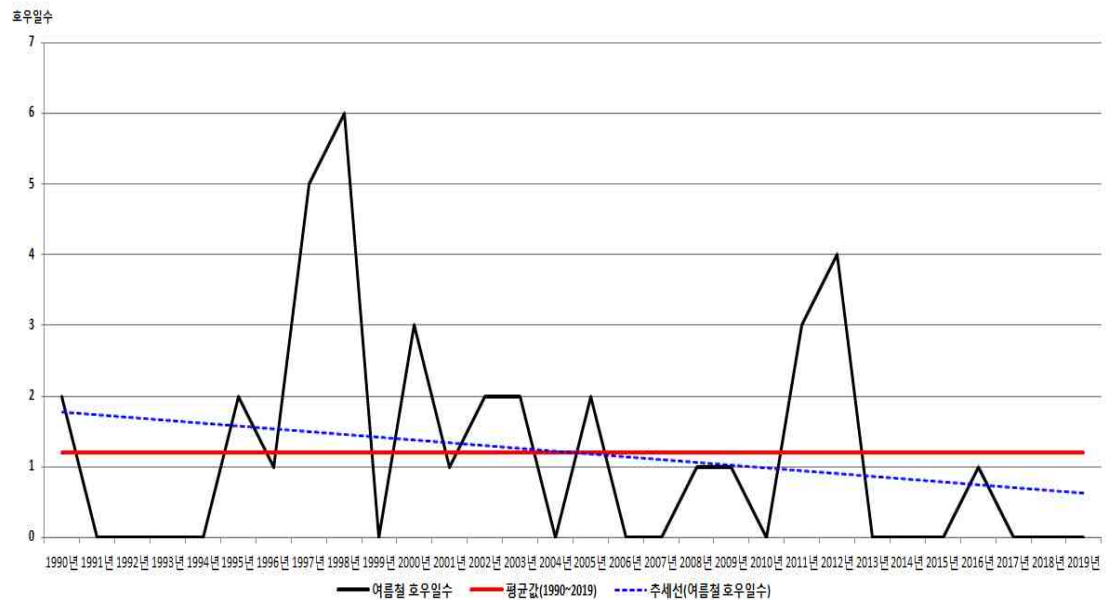
(연도별) 여름철 강수량



■ 30년간('90~'19) 여름철 강수량은 거의 변화 없는 추세

- 강수량 최고기록은 1461.5mm('98년) > 1243.8mm('11년) > 1191.0mm('03년)순
- 강수량 최저기록은 315.3mm('15년) < 419.2mm('92년) < 423.5mm('94년)순

(연도별) 여름철 호우일수



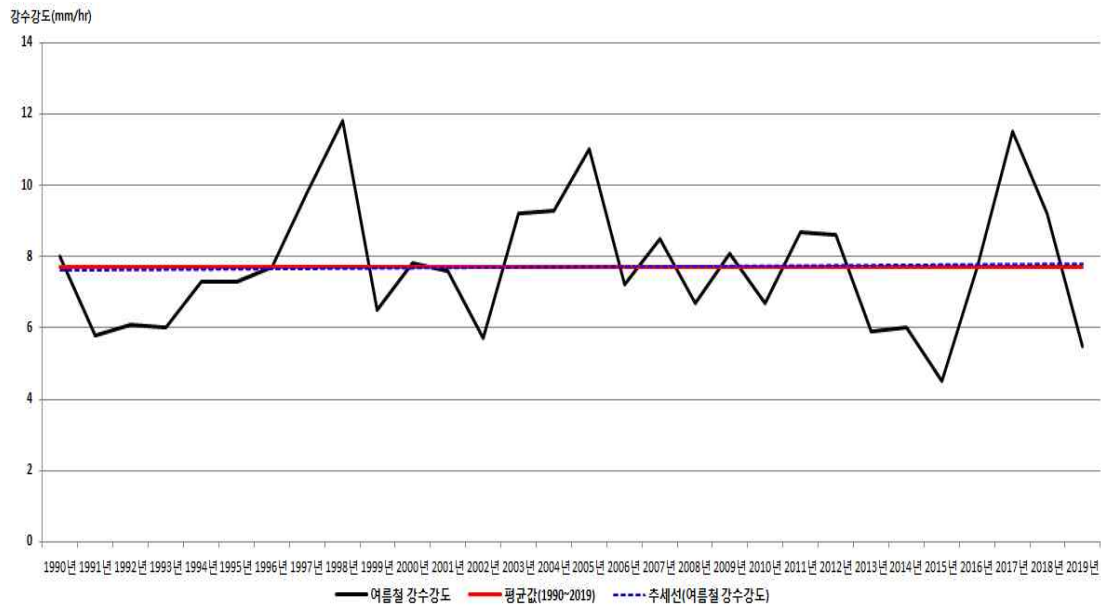
■ 30년간('90~'19) 호우일수는 점차 하강하는 추세

- 최다 호우일수는 6일('98년) > 5일('97년) > 4일('12년)순

그림 1.24. 여름철 강수량 및 호우일수(보은군)

9. 보은군(1990년~2019년)

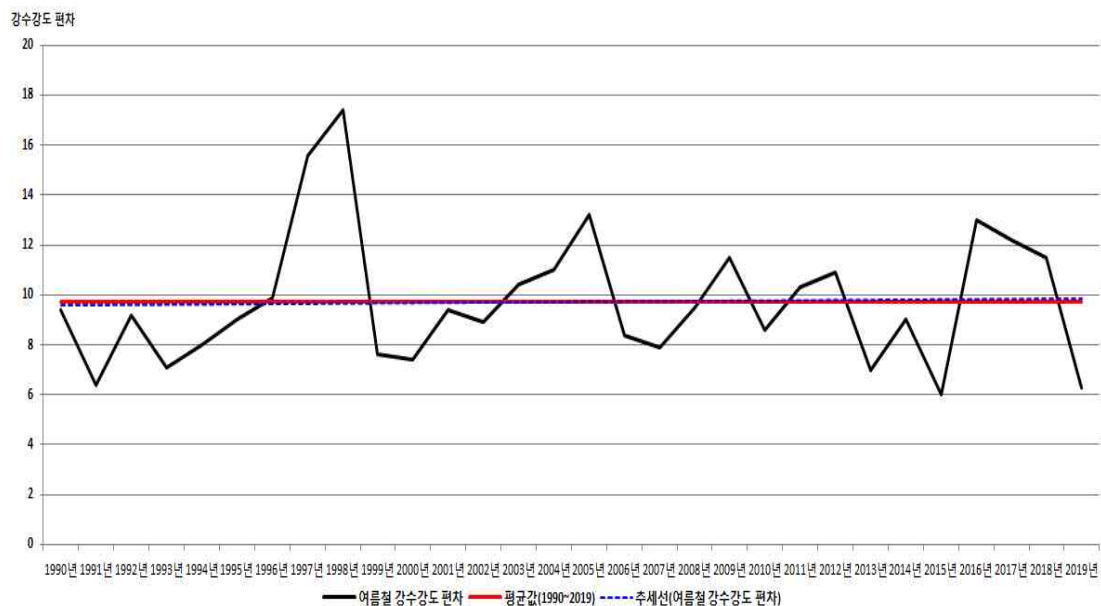
(연도별) 여름철 강수강도



■ 30년간('90~'19) 강수강도는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도는 11.8mm/hr('98년) > 11.5mm/hr('17년) > 11.0mm/hr('05년) 순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



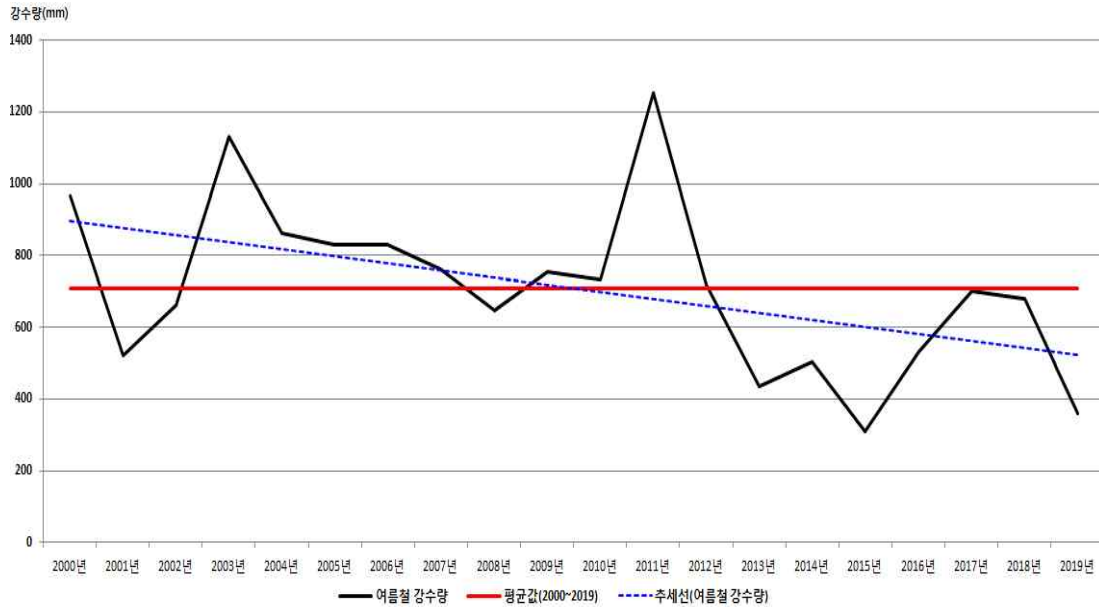
■ 30년간('90~'19) 강수강도 편차는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도 편차는 17.4('98년) > 15.6('97년) > 13.2('05년) 순

그림 1.25. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(보은군)

10. 옥천군(2000년~2019년)

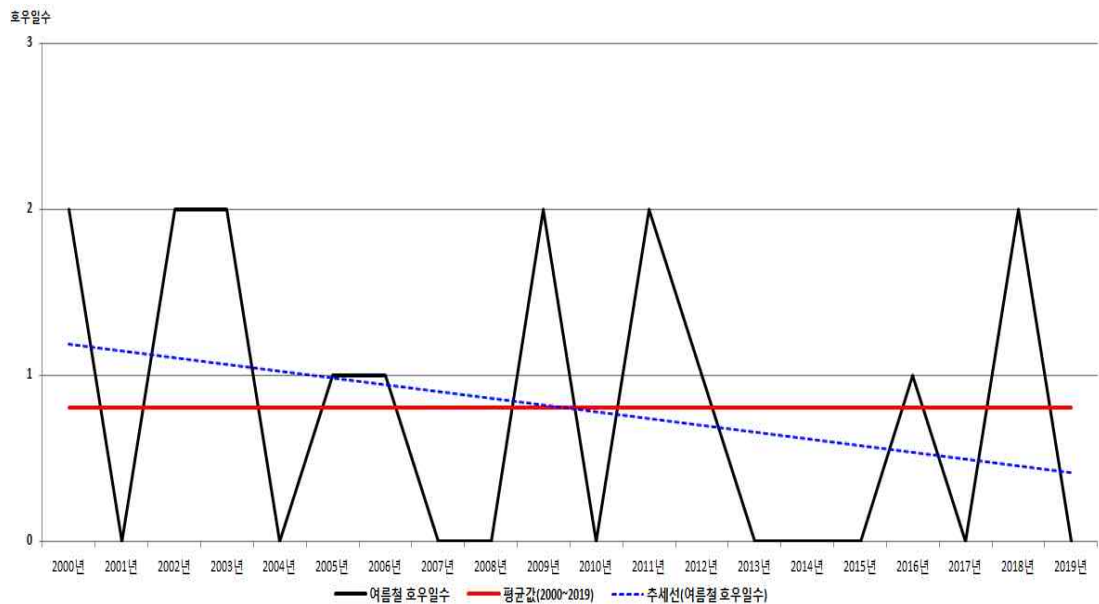
(연도별) 여름철 강수량



■ 20년간('00~'19) 여름철 강수량은 점차 하강하는 추세

- 강수량 최고기록은 1252.5mm('11년) > 1130.0mm('03년) > 965.0mm('00년) 순
- 강수량 최저기록은 308.5mm('15년) < 358.0mm('19년) < 434.0mm('13년) 순

(연도별) 여름철 호우일수



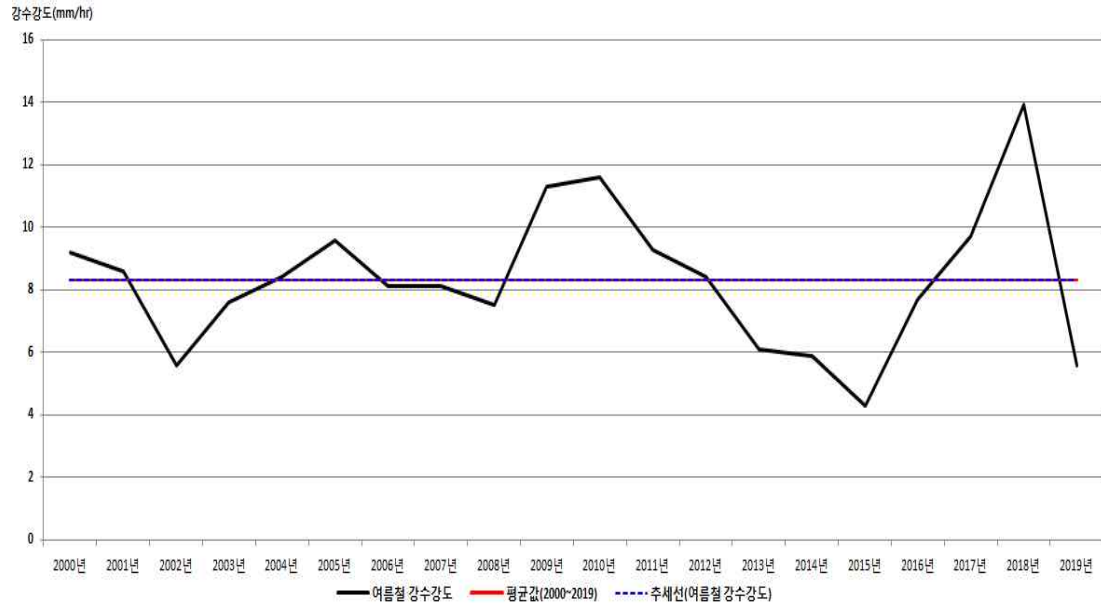
■ 20년간('00~'19) 호우일수는 거의 변화 없는 추세

- 최다 호우일수는 2일('00년,'02년,'03년,'09년,'11년,'18년) > 1일('05년,'06년,'12년,'16년) 순

그림 1.26. 여름철 강수량 및 호우일수(옥천군)

10. 옥천군(2000년~2019년)

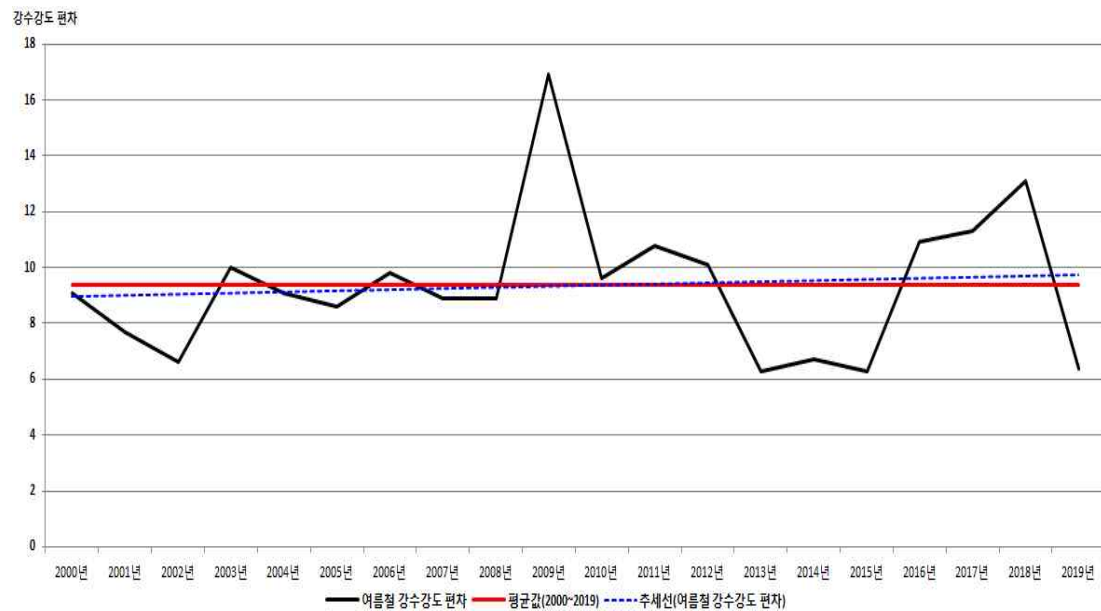
(연도별) 여름철 강수강도



■ 20년간('00~'19) 강수강도는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도는 13.9mm/hr('18년) > 11.6mm/hr('10년) > 11.3mm/hr('09년) 순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



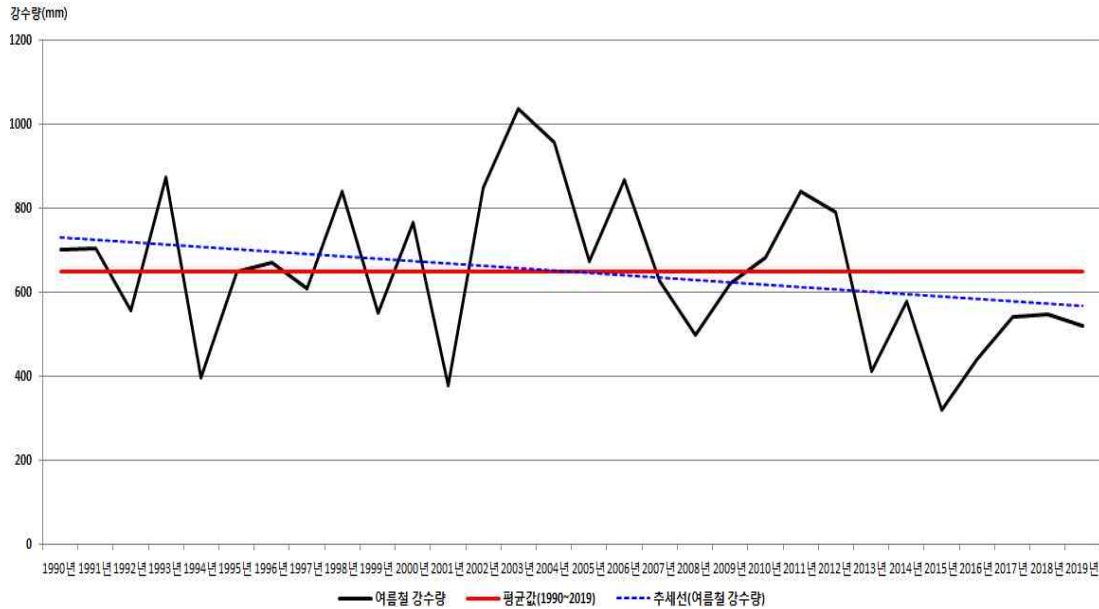
■ 20년간('00~'19) 강수강도 편차는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도 편차는 16.9('09년) > 13.1('18년) > 11.3('17년) 순

그림 1.27. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(옥천군)

11. 영동군(1990년~2019년)

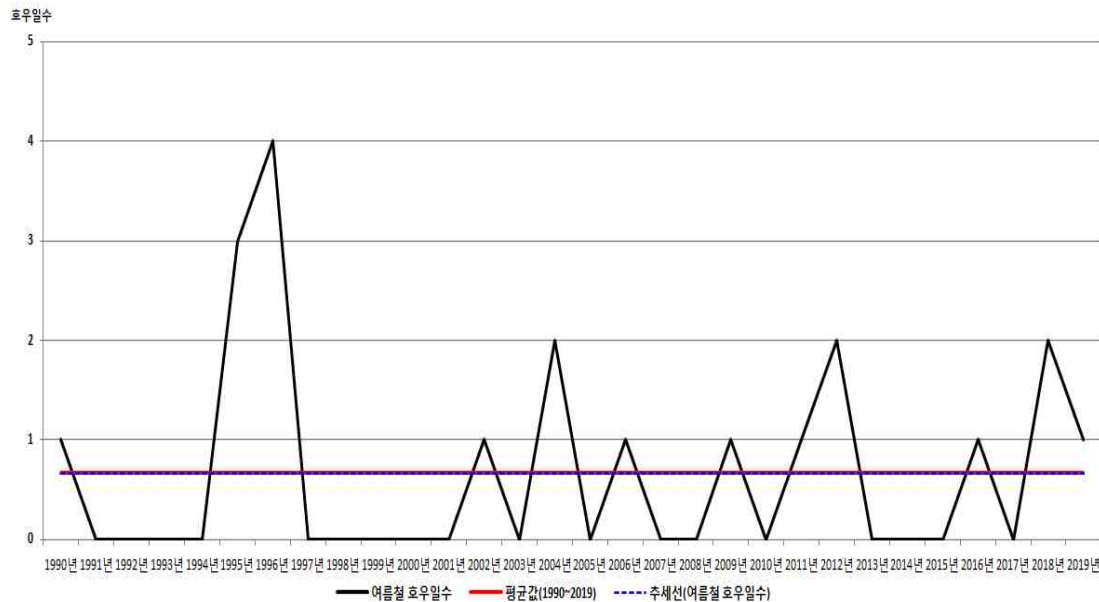
(연도별) 여름철 강수량



■ 30년간('90~'19) 여름철 강수량은 점차 하강하는 추세

- 강수량 최고기록은 1036.2mm('03년) > 958.2mm('11년) > 873.2mm('93년)순
- 강수량 최저기록은 321.5mm('15년) < 380.2mm('01년) < 398.7mm('94년)순

(연도별) 여름철 호우일수



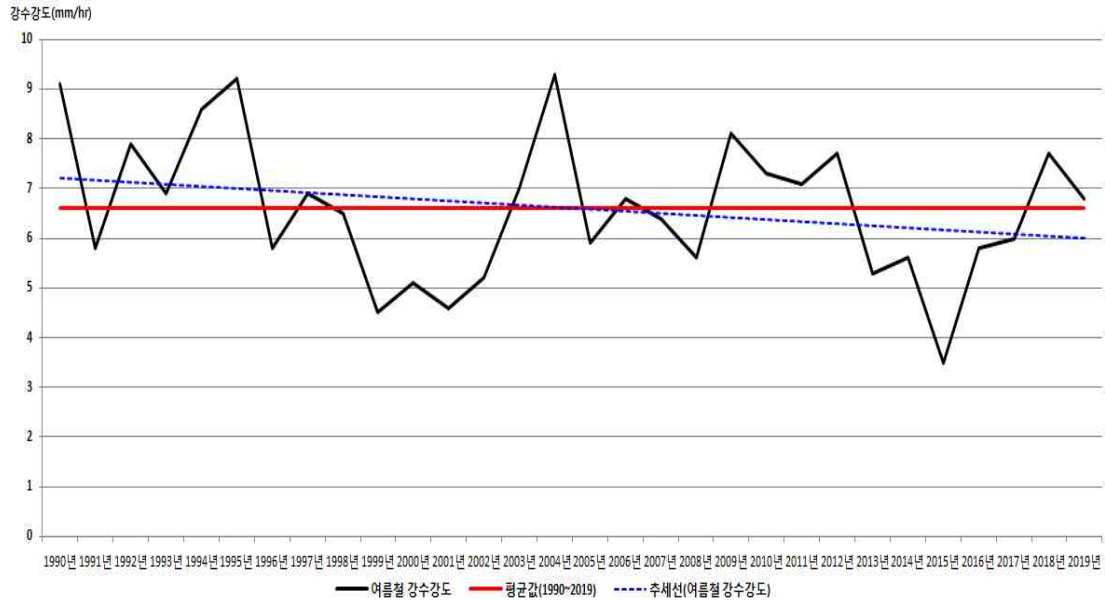
■ 30년간('90~'19) 호우일수는 거의 변화 없는 추세

- 최다 호우일수는 4일('96년) > 3일('95년) > 2일('04년)순

그림 1.28. 여름철 강수량 및 호우일수(영동군)

11. 영동군(1990년~2019년)

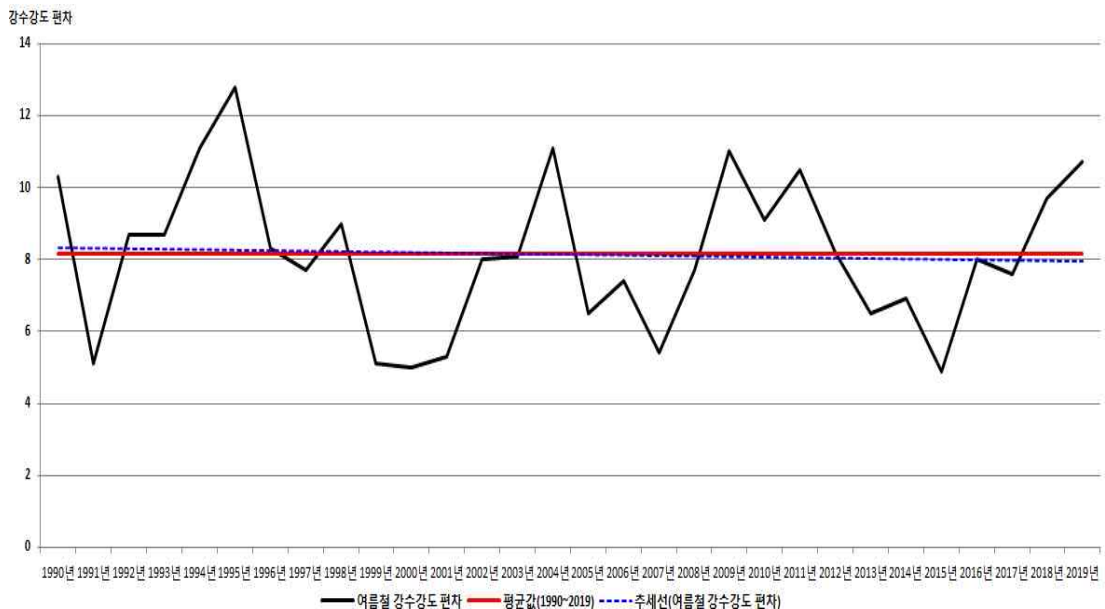
(연도별) 여름철 강수강도



■ 30년간('90~'19) 강수강도는 점차 하강하는 추세

- 최다 강수강도는 9.3mm/hr('04년) > 9.2mm/hr('95년) > 9.1mm/hr('90년)순

(연도별) 여름철 강수강도 편차



■ 30년간('90~'19) 강수강도 편차는 거의 변화 없는 추세

- 최다 강수강도 편차는 12.8('95년) > 11.1('94년, '04년) > 10.7('19년)순

그림 1.29. 여름철 강수강도 및 강수강도 편차(영동군)

다음은 충북 11개 시·군의 최근 10년 강수량 및 호우일수, 강수강도와 강수량 관련 극값을 아래 표에 나타내었다.

표 1.2. 충북 11개 시·군 연도별 여름철 강수량 및 호우일수(최근 10년)

지점		'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
단양	강수량	357.0	983.5	664.0	576.5	389.5	283.5	497.5	713.5	608.0	344.0
	호우일수	0	0	1	1	0	0	2	0	1	0
제천	강수량	613.4	1522.7	772.8	861.3	419.7	364.3	575.6	799.5	650.3	347.7
	호우일수	1	7	2	0	0	1	1	0	0	0
충주	강수량	507.9	1345.9	727.8	589.5	440.2	328.4	457.3	765.9	566.1	323.6
	호우일수	1	4	2	0	0	0	0	1	1	0
음성	강수량	597.0	1305.5	814.5	669.0	441.0	365.0	458.0	804.5	424.0	334.5
	호우일수	1	2	1	0	2	0	1	1	0	0
진천	강수량	635.5	1185.5	946.0	729.5	433.5	349.0	509.0	932.0	592.0	359.5
	호우일수	0	1	4	2	1	0	0	2	0	0
증평	강수량	574.0	1318.5	790.0	663.0	374.5	331.5	437.5	937.0	689.0	390.5
	호우일수	0	2	3	1	0	0	0	2	2	0
괴산	강수량	559.5	1161.5	847.5	630.0	485.0	275.5	596.0	955.5	590.0	424.5
	호우일수	0	0	1	1	1	0	2	3	1	1
청주	강수량	699.9	1182.8	830.6	667.4	415.2	279.0	428.9	1031.8	636.1	367.8
	호우일수	1	1	2	1	0	0	2	3	1	0
보은	강수량	577.9	1243.8	862.9	520.1	556.8	315.3	596.7	975.4	686.2	432.7
	호우일수	0	3	4	0	0	0	1	0	0	0
옥천	강수량	733.5	1252.5	719.5	434.0	502.5	308.5	532.5	699.0	679.0	358.0
	호우일수	0	2	1	0	0	0	1	0	2	0
영동	강수량	683.1	841.9	792.5	412.4	580.0	321.5	440.5	542.2	548.8	520.0
	호우일수	0	1	2	0	0	0	1	0	2	1

※ 빨간색 표기: 최근 10년간 1위 값

표 1.3. 충북 11개 시·군 연도별 여름철 강수강도⁸⁾ 및 편차⁹⁾(최근 10년)

지점		'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19
단양	강수강도	5.5	8.4	6.3	8.5	4.5	6.4	7.3	8.7	10.3	5.2
	편차	6.5	6.1	8.3	10.6	4.1	8.4	10.8	8.8	10.5	6.3
제천	강수강도	6.5	10.6	6.0	8.8	4.1	4.0	6.3	8.1	8.0	3.8
	편차	10.3	11.4	8.9	12.0	5.5	7.0	8.8	8.6	8.7	4.6
충주	강수강도	5.8	10.0	6.9	9.4	6.0	5.1	5.8	9.9	7.9	4.2
	편차	10.0	10.6	8.9	13.1	7.8	7.2	9.2	13.2	10.6	5.5
음성	강수강도	7.2	10.5	9.3	11.0	5.5	6.3	7.5	11.5	6.0	5.0
	편차	10.0	9.8	10.3	11.8	7.5	8.2	11.9	12.7	8.0	6.9
진천	강수강도	9.2	11.1	11.4	10.7	5.8	5.6	9.6	11.8	9.1	5.1
	편차	9.5	9.5	12.9	15.4	9.2	7.2	11.9	13.4	9.6	5.8
증평	강수강도	7.6	12.4	11.2	10.2	5.1	6.3	6.0	11.6	13.4	6.6
	편차	10.4	11.5	12.1	11.2	6.7	7.9	9.1	15.7	15.5	8.2
괴산	강수강도	7.0	9.7	11.3	7.8	6.8	5.1	10.3	11.8	9.4	6.5
	편차	8.7	9.5	11.9	8.9	11.4	7.6	12.5	15.2	11.2	7.3
청주	강수강도	8.7	9.8	10.0	7.5	4.7	4.4	5.2	11.1	13.9	6.4
	편차	13.1	9.9	14.9	9.0	5.8	6.0	7.0	16.6	15.8	7.5
보은	강수강도	6.7	8.7	8.6	5.9	6.0	4.5	7.7	11.5	9.2	5.5
	편차	8.6	10.3	10.9	7.0	9.0	6.0	13.0	12.2	11.5	6.3
옥천	강수강도	11.6	9.3	8.4	6.1	5.9	4.3	7.7	9.7	13.9	5.6
	편차	9.6	10.8	10.1	6.3	6.7	6.3	10.9	11.3	13.1	6.4
영동	강수강도	7.3	7.1	7.7	5.3	5.6	3.5	5.8	6.0	7.7	6.8
	편차	9.1	10.5	8.2	6.5	6.9	4.9	8.0	7.6	9.7	10.7

※ 빨간색 표기: 최근 10년간 1위 값

8) 일 최대 1시간 강수량 평균

9) 일 최대 1시간 강수량 표준편차

표 1.4. 충북 11개 시·군 일 최대 강수량 극값('19. 8. 31. 기준)

단위: mm

지점	1위	2위	3위	4위	5위	기간
단양	238.5 ('04.6.20.)	203.5 ('02.8.7.)	192.0 ('06.7.16.)	180.0 ('08.8.28.)	157.0 ('12.7.6.)	1997년~
제천	276.5 ('88.7.20.)	275.5 ('02.8.7.)	226.0 ('88.7.14.)	205.0 ('04.6.20.)	203.0 ('06.7.16.)	1972년~
충주	263.0 ('94.6.30.)	227.0 ('02.8.7.)	225.0 ('95.8.9.)	178.0 ('06.7.16.)	176.1 ('89.7.25.)	1972년~
음성	296.5 ('02.8.7.)	237.0 ('06.7.28.)	193.0 ('99.8.2.)	169.0 ('11.6.24.)	154.0 ('09.7.14.)	1997년~
진천	225.0 ('02.8.6.)	221.0 ('06.7.28.)	215.5 ('02.8.7.)	169.0 ('06.7.16.)	163.0 ('11.6.24.)	1997년~
증평	225.0 ('17.7.16.)	164.0 ('04.6.20.)	157.5 ('02.8.6.)	157.0 ('08.7.19.)	149.0 ('11.6.24.)	1997년~
괴산	180.5 ('06.7.28.)	173.0 ('17.7.16.)	172.5 ('06.7.16.)	162.0 ('02.8.6.)	161.5 ('04.6.20.)	1997년~
청주	293.0 ('95.8.25.)	290.2 ('17.7.16.)	224.7 ('87.7.22.)	217.0 ('80.7.22.)	198.0 ('08.7.19.)	1967년~
보은	407.5 ('98.8.12.)	302.6 ('80.7.22.)	245.1 ('87.7.22.)	202.0 ('03.7.9.)	196.5 ('16.7.4.)	1973년~
옥천	218.5 ('00.7.23.)	195.0 ('03.7.9.)	189.5 ('11.7.10.)	176.0 ('16.7.4.)	156.5 ('11.6.24.)	1997년~
영동	280.0 ('02.8.31.)	215.4 ('96.6.17.)	213.9 ('41.6.30.)	200.5 ('47.7.28.)	187.8 ('87.7.15.)	1937년~

※ 빨간색 표기: 최근 10년간 1위 값

표 1.5. 충북 11개 시·군 일 여름철 1시간 최대 강수량 극값('19. 8. 31. 기준)

단위: mm

지점	1위	2위	3위	4위	5위	기간
단양	52.0 ('99.8.3.)	51.0 ('07.8.28.)	50.5 ('16.7.5.)	48.5 ('05.8.17.)	47.0 ('03.7.25.)	1997년~
제천	92.5 ('07.8.5.)	78.0 ('87.8.28.)	64.0 ('81.7.22.)	56.0 ('95.8.9.)	55.5 ('88.7.20.)	1972년~
충주	89.5 ('89.7.25.)	75.4 ('17.7.31.)	67.0 ('72.8.19.)	61.0 ('88.7.20.)	56.5 ('00.7.22.)	1972년~
음성	64.0 ('00.7.22.)	58.5 ('16.7.5.)	56.0 ('17.7.24.)	55.0 ('13.7.31.)	53.5 ('10.8.15.)	1997년~
진천	67.0 ('00.7.22.)	63.5 ('13.7.31.)	60.5 ('08.7.19.)	60.5 ('06.7.28.)	59.0 ('17.7.16.)	1997년~
증평	84.0 ('17.7.16.)	76.0 ('00.7.23.)	61.0 ('99.8.2.)	56.0 ('00.7.22.)	55.5 ('06.7.29.)	1997년~
괴산	78.5 ('17.7.16.)	71.0 ('98.8.8.)	65.5 ('14.7.18.)	62.0 ('04.8.3.)	56.0 ('16.7.5.)	1997년~
청주	91.8 ('17.7.16.)	64.0 ('05.8.19.)	63.0 ('12.8.15.)	62.7 ('81.7.3.)	62.0 ('80.7.22.)	1967년~
보은	95.0 ('98.8.12.)	90.0 ('80.7.22.)	66.0 ('97.8.3.)	64.0 ('05.8.18.)	59.5 ('98.8.15.)	1973년~
옥천	67.0 ('09.7.15.)	66.5 ('98.8.12.)	64.5 ('09.7.14.)	48.0 ('03.7.23.)	47.0 ('06.7.9.)	1997년~
영동	57.0 ('76.8.27.)	53.8 ('19.8.8.)	52.5 ('11.8.10.)	49.6 ('57.6.17.)	48.6 ('66.7.23.)	1937년~

※ 빨간색 표기: 최근 10년간 1위 값

표 1.6. 충북 11개 시·군 일 여름철 10분 최대 강수량 극값('19. 8. 31. 기준)

단위: mm

지점	1위	2위	3위	4위	5위	기간
단양	25.0 ('03.7.25.)	24.5 ('09.7.31.)	22.5 ('05.8.17.)	20.0 ('08.7.24.)	19.5 ('16.7.5.)	1997년~
제천	22.5 ('17.8.23.)	22.0 ('81.7.22.)	21.0 ('92.7.2.)	21.0 ('87.8.28.)	20.5 ('03.7.25.)	1972년~
충주	24.5 ('78.8.11.)	24.0 ('76.8.13.)	22.0 ('13.8.10.)	22.0 ('05.7.1.)	22.0 ('72.7.8.)	1972년~
음성	21.0 ('17.7.24.)	21.0 ('00.7.22.)	19.5 ('98.8.8.)	18.5 ('03.8.6.)	18.0 ('11.8.3.)	1997년~
진천	21.0 ('12.7.22.)	20.0 ('08.7.19.)	19.5 ('09.7.14.)	19.0 ('13.7.31.)	18.5 ('13.8.6.)	1997년~
증평	28.0 ('11.8.12.)	22.5 ('17.7.16.)	19.0 ('18.8.30.)	19.0 ('00.7.22.)	18.0 ('97.7.31.)	1997년~
괴산	29.0 ('07.8.3.)	23.5 ('04.8.3.)	23.0 ('98.8.8.)	21.0 ('17.7.16.)	20.0 ('00.7.4.)	1997년~
청주	25.0 ('05.8.19.)	24.0 ('90.8.20.)	23.0 ('17.7.16.)	22.9 ('97.7.1.)	22.0 ('80.7.22.)	1967년~
보은	32.0 ('98.8.12.)	24.0 ('88.8.17.)	20.5 ('16.7.30.)	20.0 ('14.6.22.)	20.0 ('90.8.20.)	1973년~
옥천	21.5 ('09.7.3.)	19.5 ('15.8.2.)	18.0 ('17.7.2.)	17.5 ('98.8.12.)	17.0 ('17.7.3.)	1997년~
영동	23.6 ('90.7.11.)	20.5 ('19.8.8.)	20.3 ('78.7.2.)	20.0 ('12.7.13.)	20.0 ('59.8.26.)	1937년~

※ 빨간색 표기: 최근 10년간 1위 값

제2장 충북 강수특성 분석

충북지역의 여름(6~8월) 및 가을(9~10월)철 강수특성을 분석하기 위해 충북 지역 모든 강수량 관측자료(ASOS 및 AWS)를 통계분석 하였다.

주요내용은 아래 표와 같다.

표 2.1. 충북지역 강수특성 주요내용

■ 1998년~2018년, 충청북도 여름·가을철(6~10월) 모든 지점별 강수 통계분석
- 1. 지점별 강수 시 60mm/3시간, 110mm/12시간 횟수
- 2. 지점별 200mm/2days, 300mm/3days, 400mm/4days 횟수
- 3. 지점별 9mm/hr, 10~29mm/hr, 30~49mm/hr, 50~69mm/hr, 70mm/hr 이상
- 4. 빗방울 예보 시 0.1mm 이상 강수를 기록한 사례

위 주요내용 위주로 충북지역의 강수특성을 지역별로 분석을 하였다.

자세한 내용은 아래 절에서 기술한다.

제1절 충북 11개 시·군의 호우주의보 기준 통계

1. 조사방법 및 결과

1998년~2018년 까지 6~10월 강수량을 기록한 사례 중에서 호우주의보 기준에 부합되는 사례를 분석하였다.(매 시각 기준)

-호우주의보 기준: 60mm/3hr 또는 110mm/12hr

분석지점은 충북 11개 시·군의 대표지점을 선택하였으며 해당기간 동안 강수량을 기록한 사례 중에서 호우주의보 기준에 부합되는 총 강수일수와 주의보 부합 비율을 분석하였다. 분석 내용을 바탕으로 향후 충북지역 호우특보 운영에 많은 도움이 되길 바라며 자세한 분석내용은 아래 그림에 나타내었다.

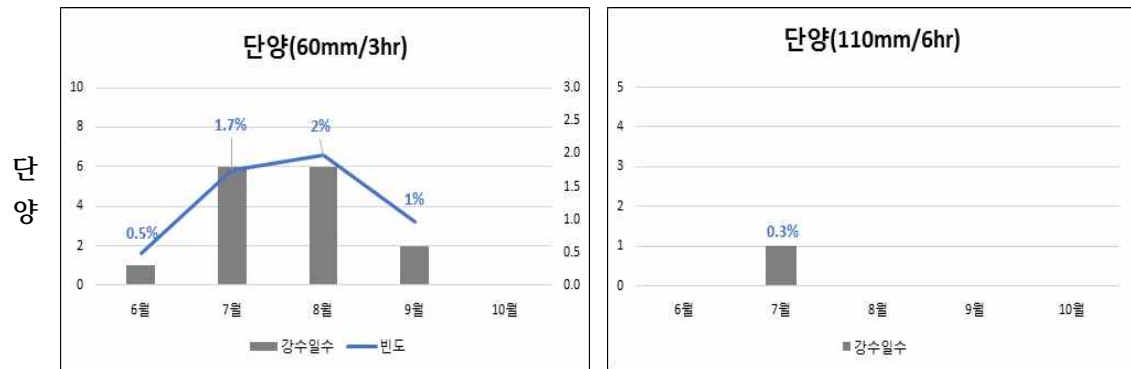


그림 2.1. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(단양군)

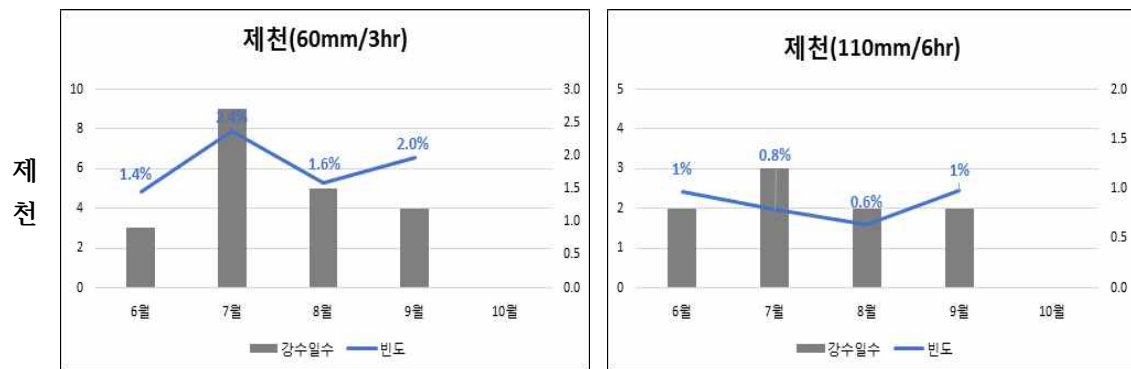


그림 2.2. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(제천시)

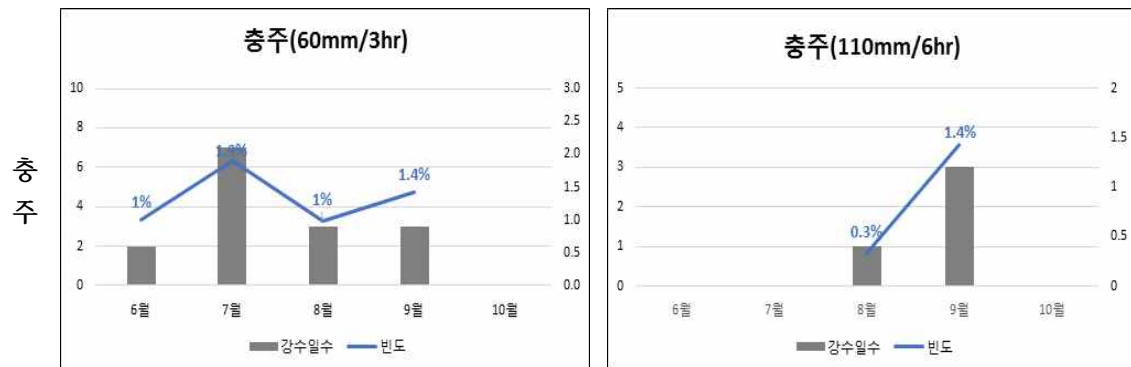


그림 2.3. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(충주시)

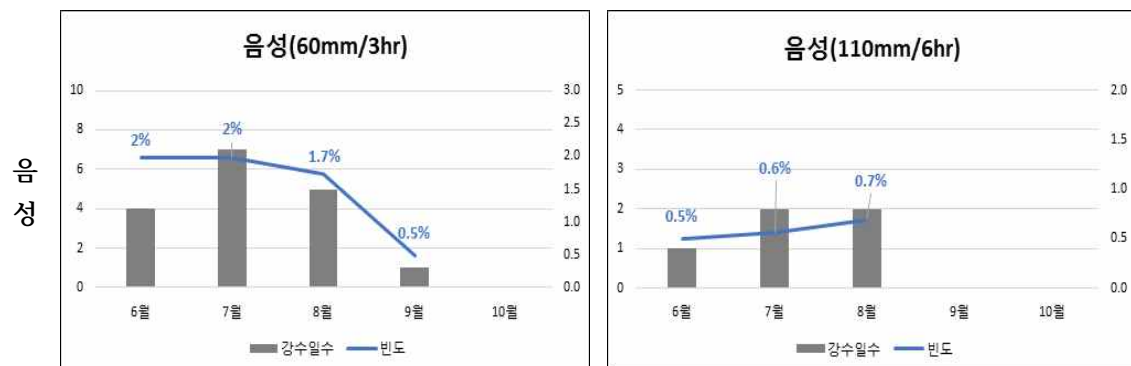


그림 2.4. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(음성군)

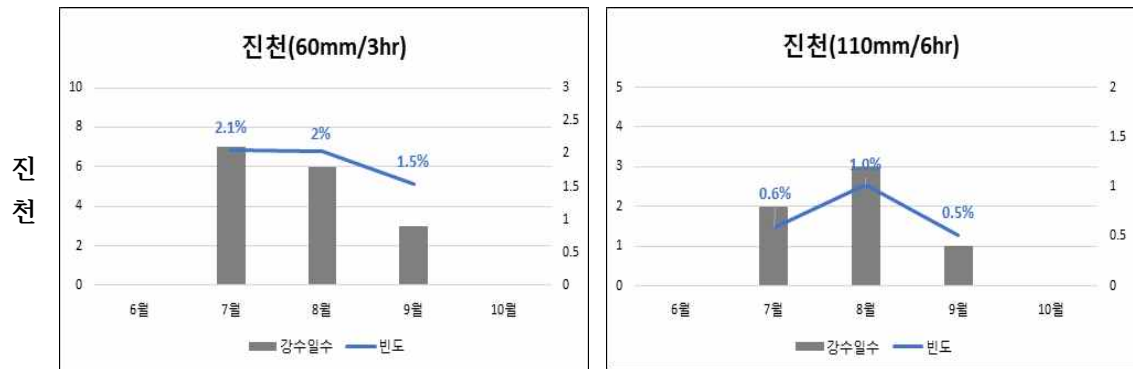


그림 2.5. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(진천군)

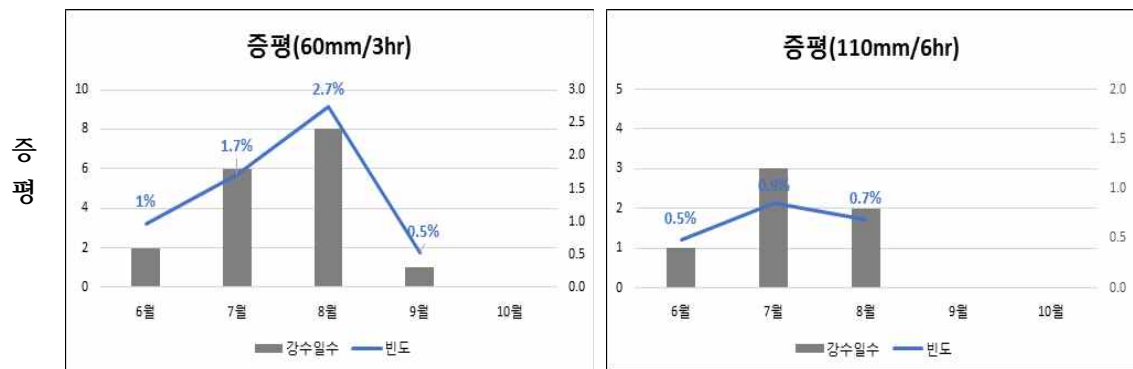


그림 2.6. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(증평군)

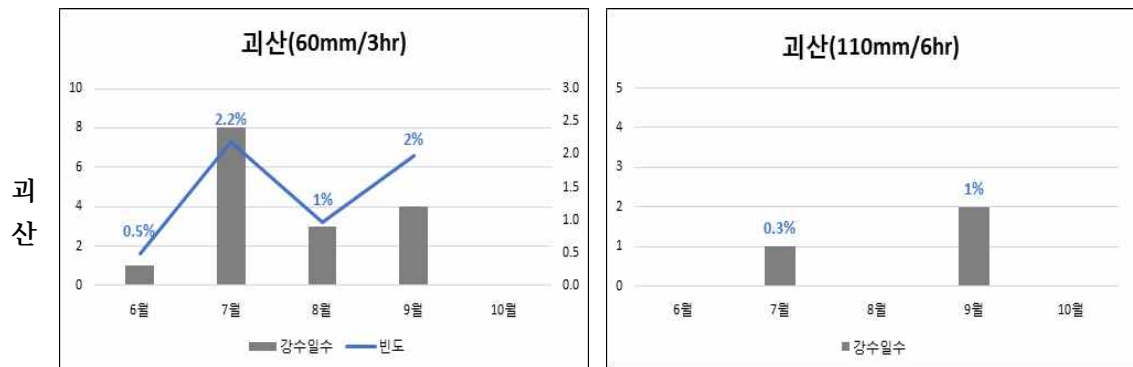


그림 2.7. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(괴산군)

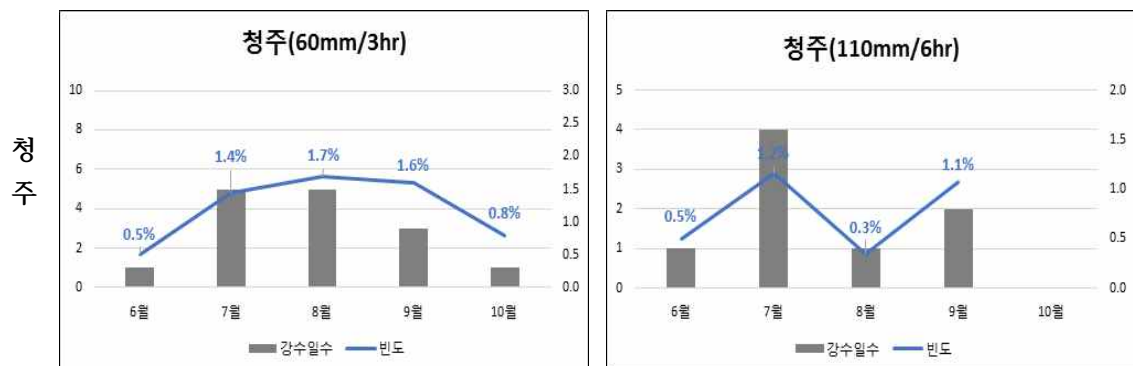


그림 2.8. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(청주시)

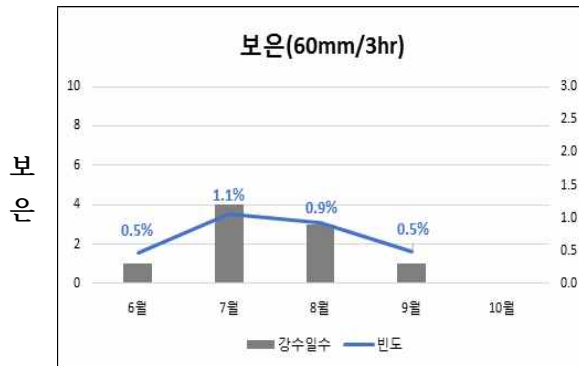


그림 2.9. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(보은군)

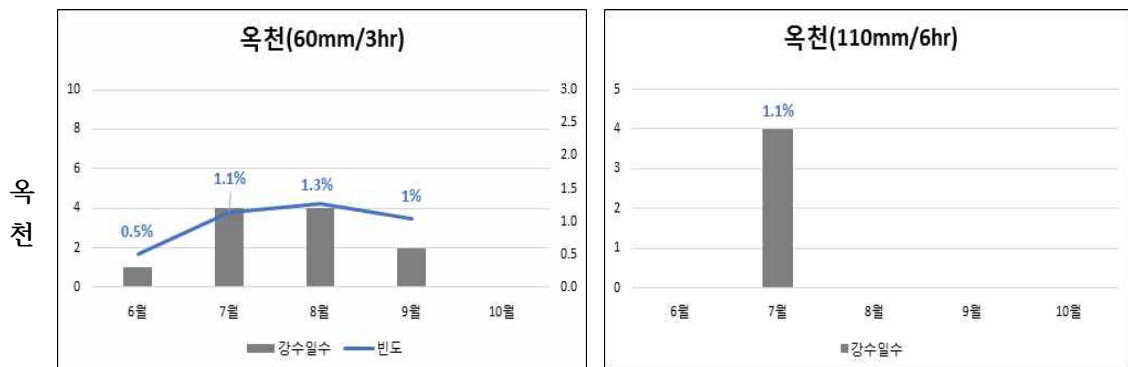


그림 2.10. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(옥천군)

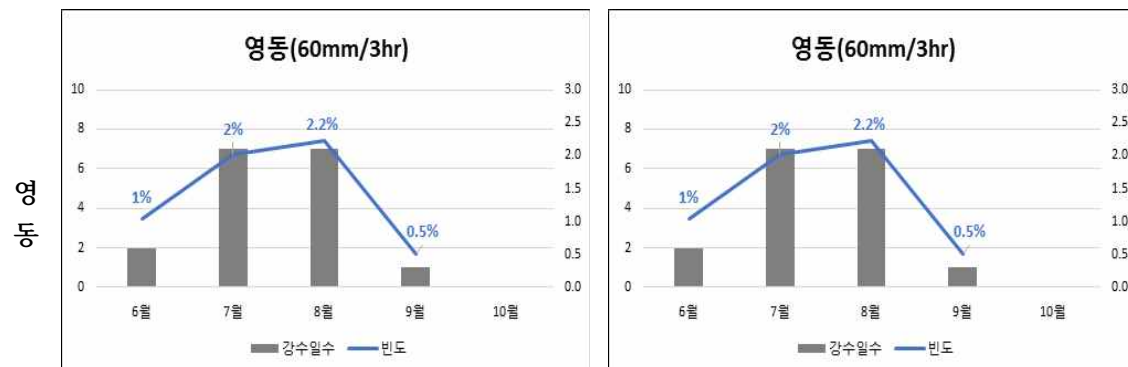


그림 2.11. 호우주의보 기준 강수일수 및 빈도(영동군)

2. 요약

1998년~2018년 까지 6~10월 강수량을 기록한 사례 중에서 호우주의보 기준에 부합되는 사례를 분석하였다.(매 시각 기준)

충북 지역별 호우주의보 기준 발생횟수와 빈도는 아래 그림과 같다.

2.1 호우주의보 발생횟수

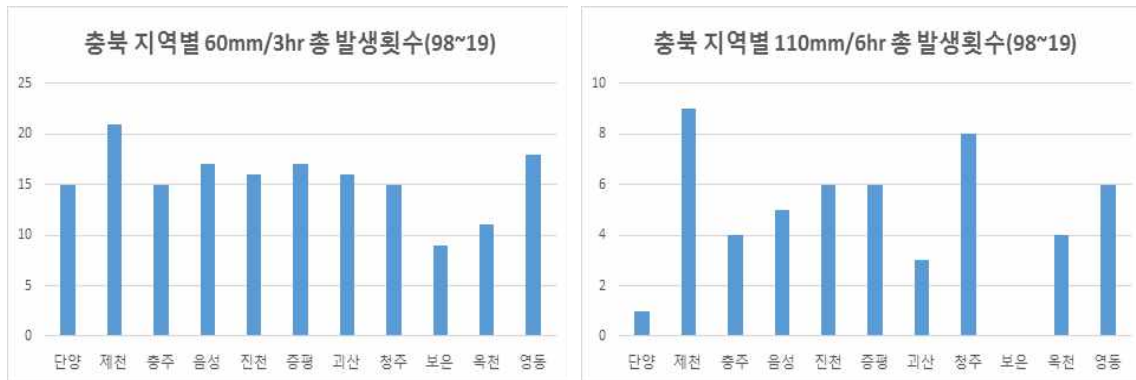


그림 2.12. 충북지역 호우주의보 발생횟수

- 60mm/3hr 기준으로 충북 북부의 제천, 남부의 영동이 약 20회로 가장 많고, 보은·옥천이 약 10회로 가장 적음.
- 110mm/12hr 기준으로 충북 북부의 제천, 중부의 청주, 남부의 영동이 가장 많다.

2.2 호우주의보 발생빈도

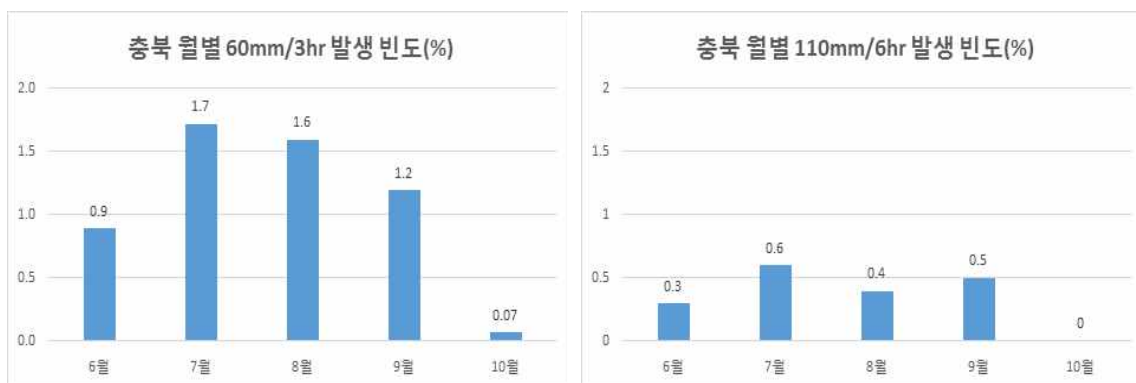


그림 2.13. 충북지역 호우주의보 발생빈도

- 60mm/3hr 기준은 국지성 호우가 자주 발생하는 7~8월에 빈도가 높음
- 110mm/6hr 기준은 7월과 9월에 빈도가 높음

제2절 충북지역 일 누적강수량 통계

1. 조사방법 및 결과

1998년~2018년 까지 6~10월 강수량을 기록한 사례 중에서 누적강수량 통계

-기준: 200mm/2days, 300mm/3days, 400mm/4days 강수량

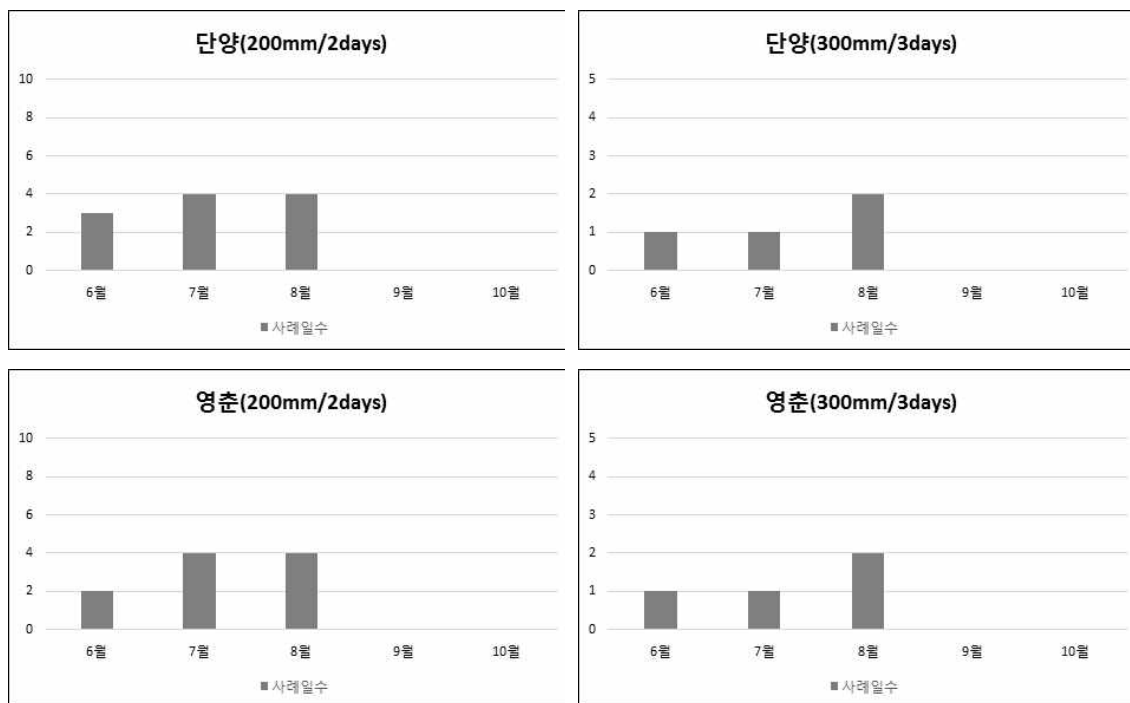


그림 2.14. 충북지역 누적강수량 통계(단양군)

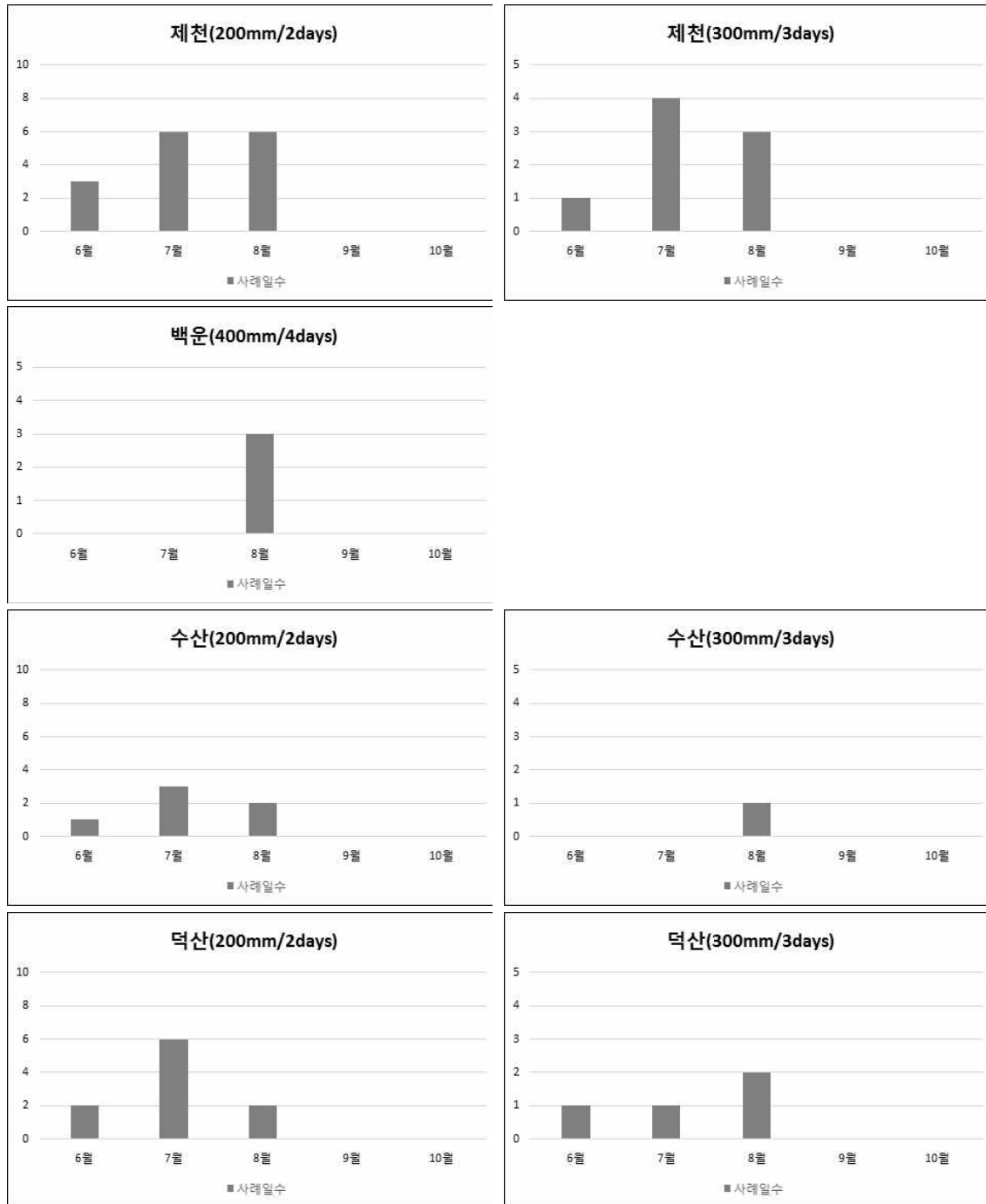


그림 2.15. 충북지역 누적강수량 통계(제천시)

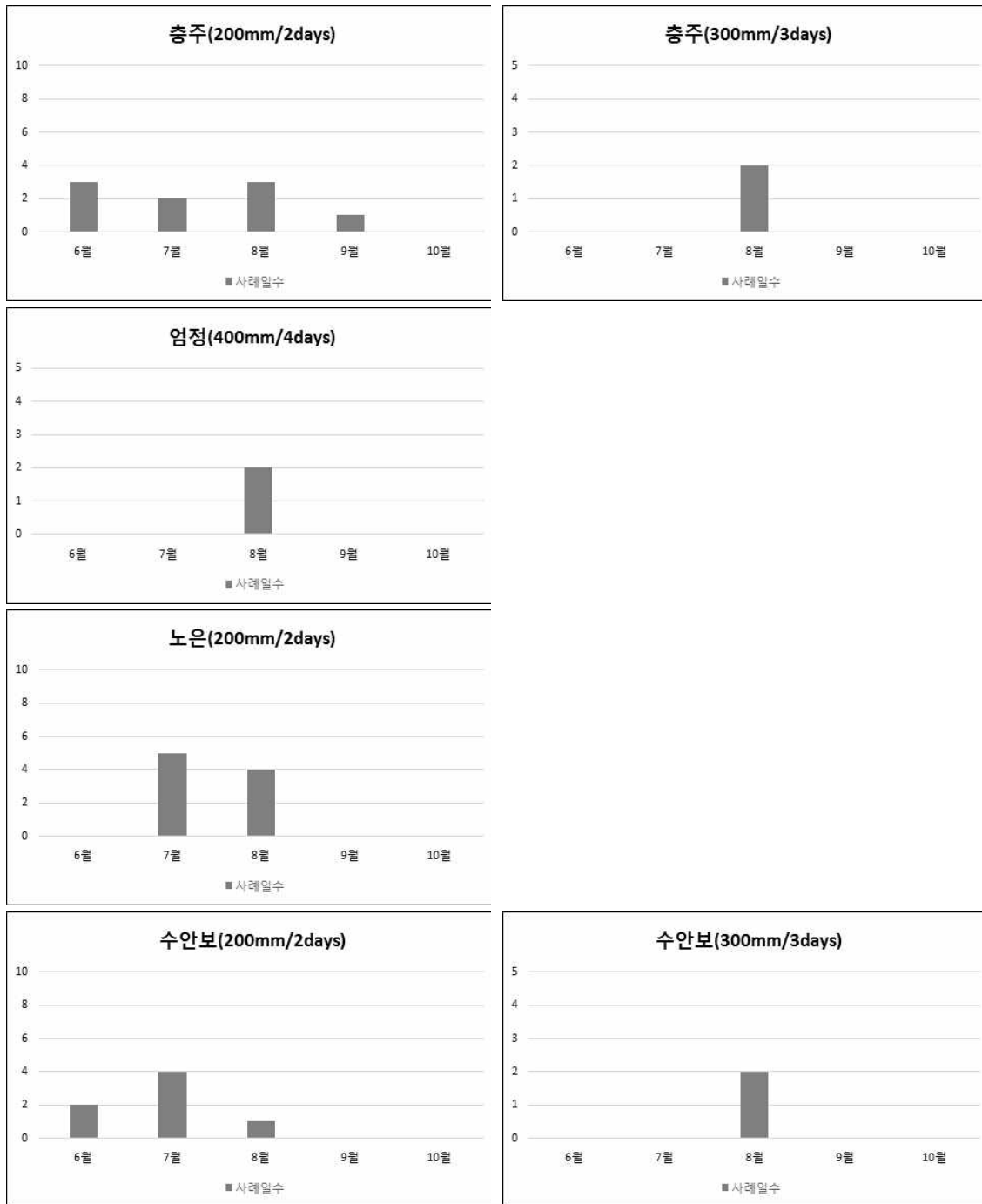


그림 2.16. 충북지역 누적강수량 통계(충주시)

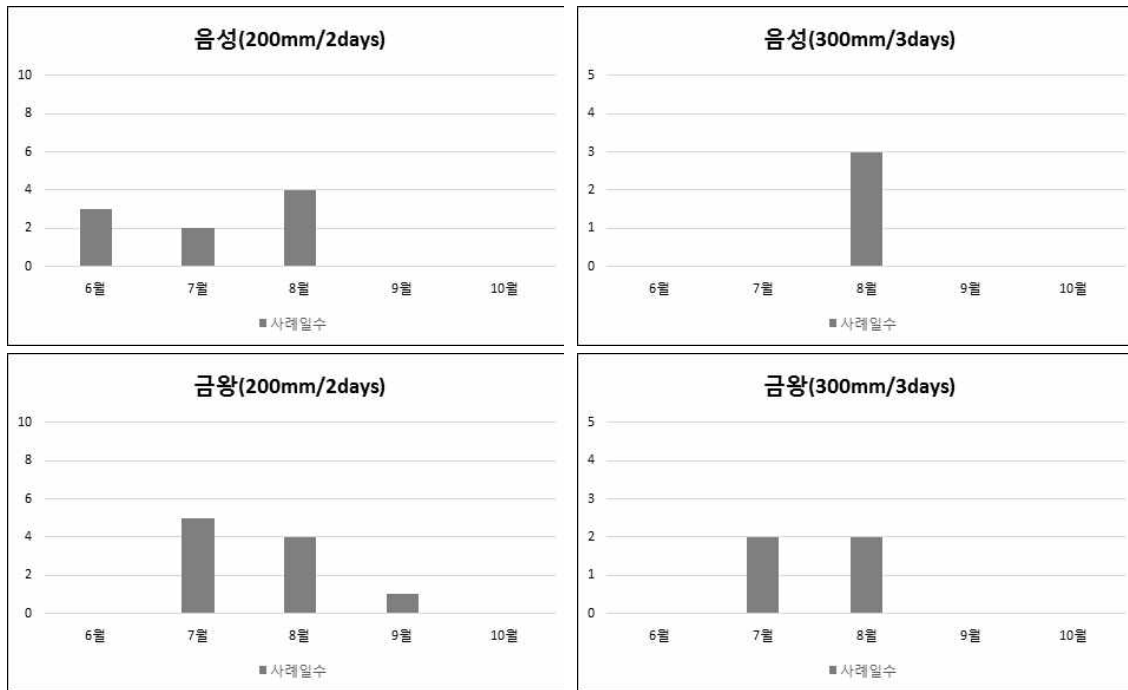


그림 2.17. 충북지역 누적강수량 통계(음성군)

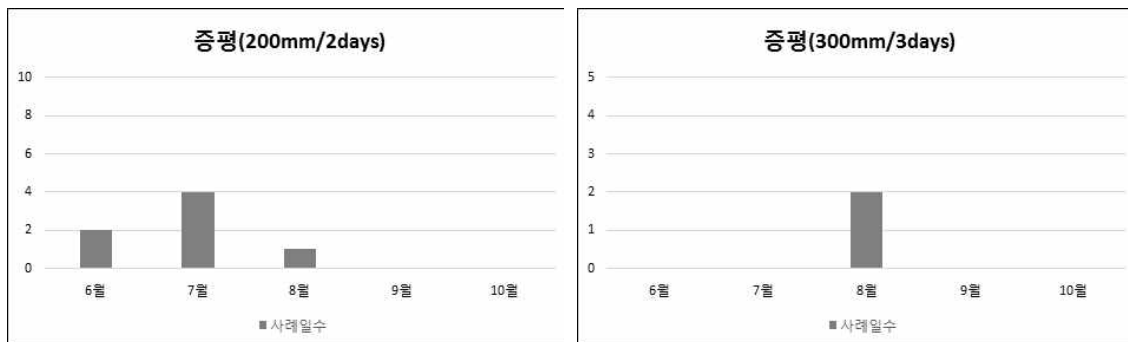


그림 2.18. 충북지역 누적강수량 통계(증평군)

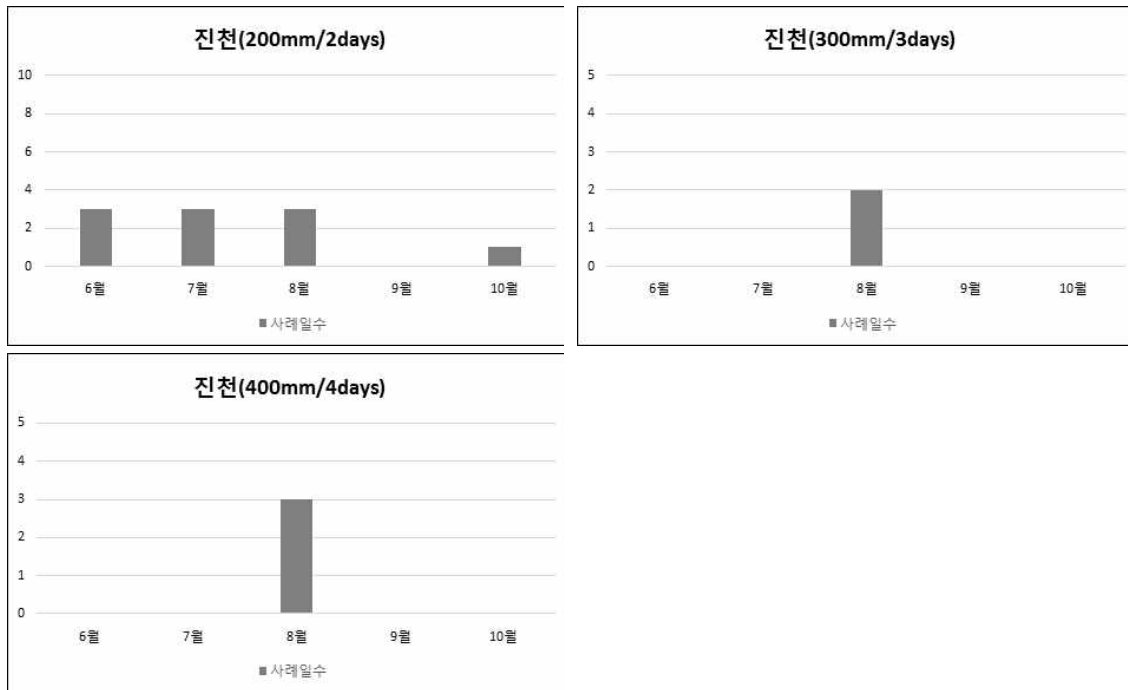


그림 2.19. 충북지역 누적강수량 통계(진천군)

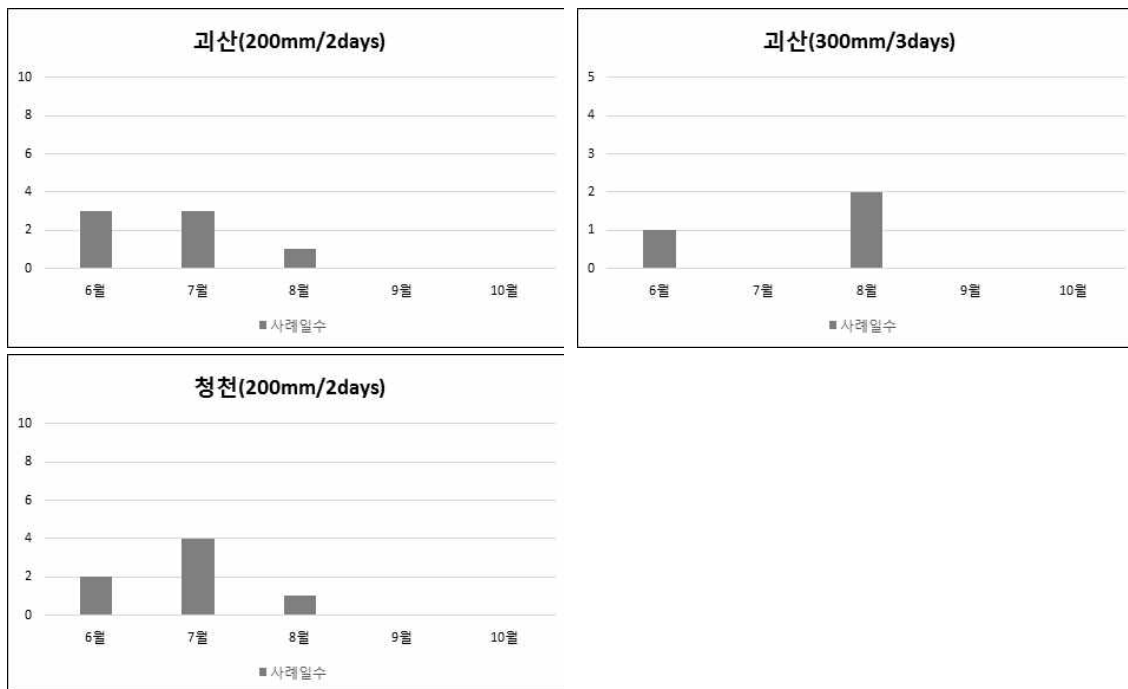


그림 2.20. 충북지역 누적강수량 통계(괴산군)

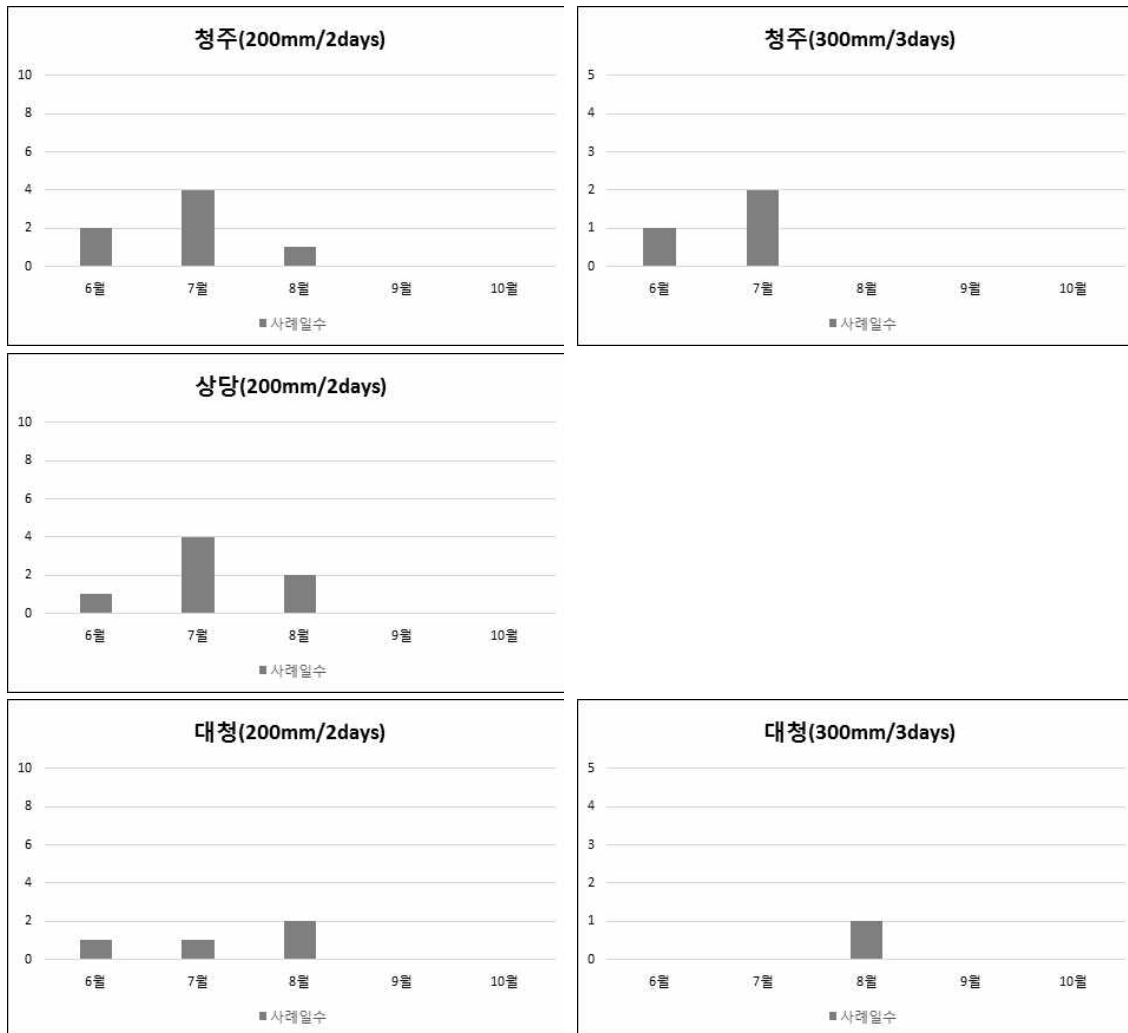


그림 2.21. 충북지역 누적강수량 통계(청주시)

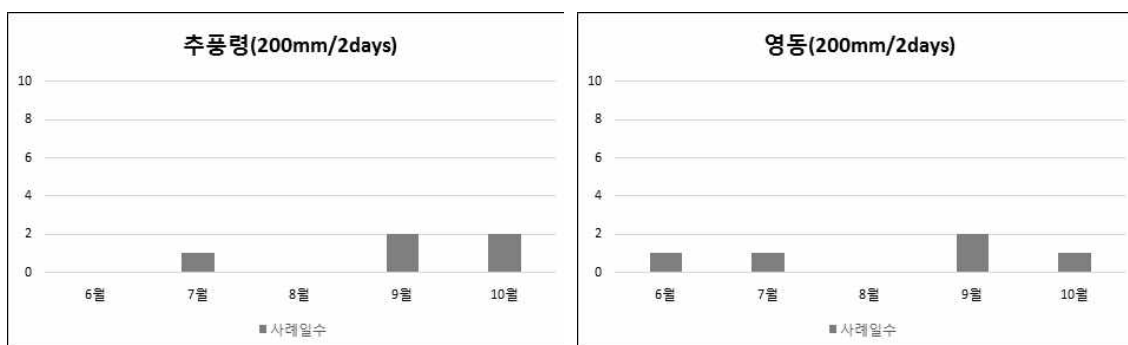


그림 2.22. 충북지역 누적강수량 통계(영동군)

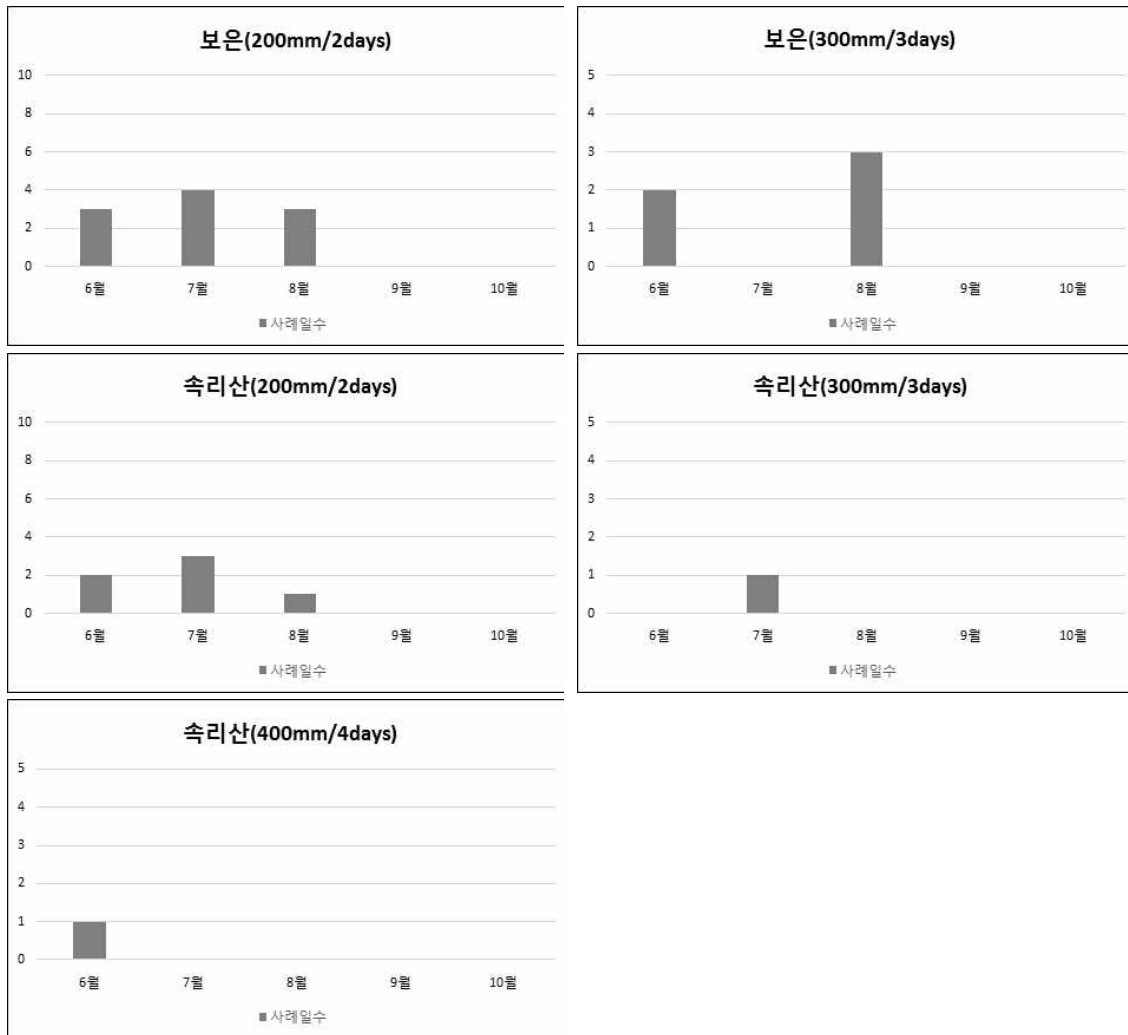


그림 2.23. 충북지역 누적강수량 통계(보은군)

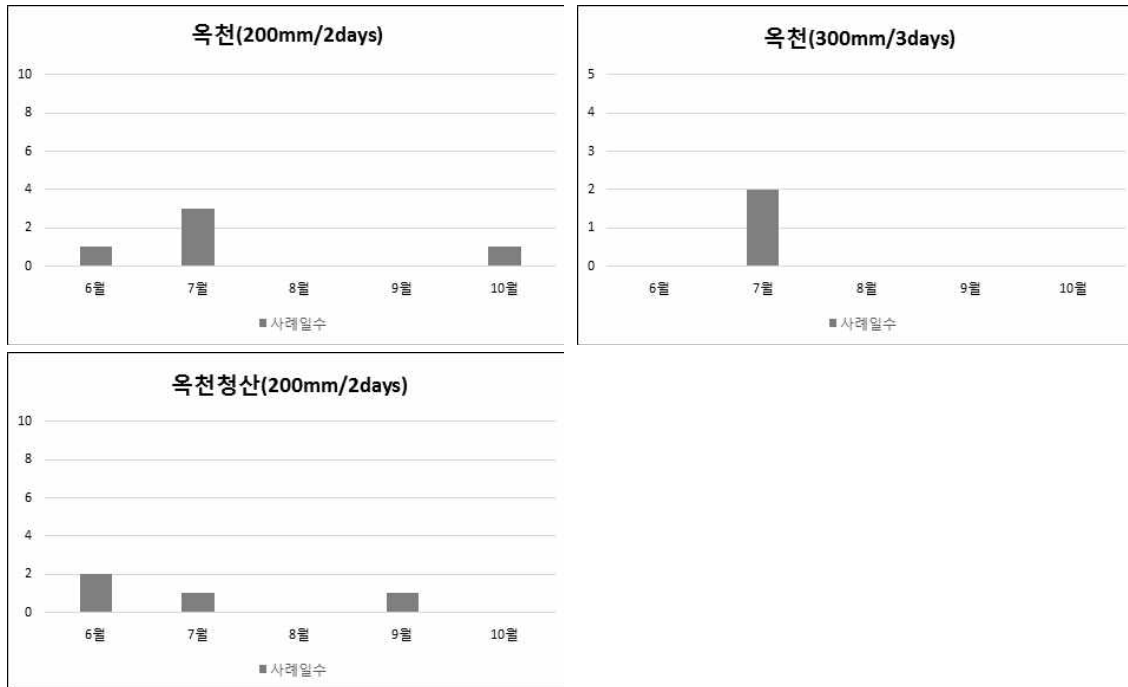


그림 2.24. 충북지역 누적강수량 통계(옥천군)

2. 요약

1998년~2018년 까지 6~10월 강수량을 기록한 사례 중에서 누적강수의 빈도는 아래 그림과 같다.(200mm/2days, 300mm/3days)



그림 2.25. 충북지역 누적강수량 총 발생 횟수

- 200mm/2days의 강수분포는 충북 북부(10회) > 중부(7회) > 남부(5회) 순으로 나타났으며, 300mm/3days 빈도는 대체로 5회 이하로 나타남
- 누적강수량이 많은 지역은 제천, 보은이 탁월함

충북 월별 누적강수(200mm/2days, 300mm/3days) 빈도는 아래와 같다.

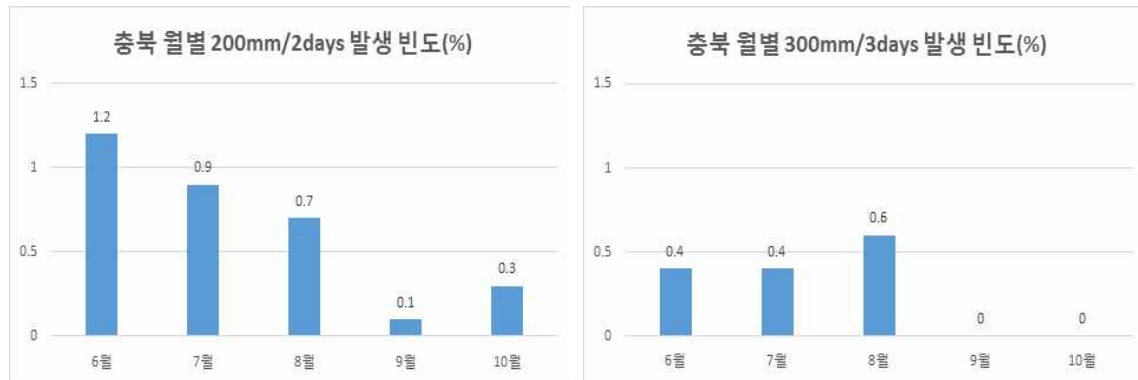


그림 2.26. 충북지역 누적강수량 총 발생 횟수

- 200mm/2days의 발생 빈도는 장마전선의 영향을 많이 받는 6~7월에 1% 내외의 확률로 나타나며, 300mm/3days 빈도는 8월이 우세함
- 누적강수량이 200mm 이상은 총 강수사례 중 1% 미만으로 나타남
- 400mm/4days의 강수사례는 최근 20년간 충북지역에서는 2회 발생
 - 2002년 8월 6 ~ 7일에는 기압골의 영향으로 충북 북부지역에 많은 비
 - 2011년 6월 23 ~ 25일에는 장마전선의 영향으로 충북 중부(보은)지역에 많은 비

제3절 충북지역 시간당 강수량 분포

1. 조사방법 및 결과

1998년~2018년 까지 6~10월 강수량을 기록한 사례 중에서 시간당 강수량 계급별로 발생비율을 나타냄

1.1 6월 발생빈도(강수일수 대비 발생비율)

표 2.2 6월 시간당강수량 발생 빈도

지점번호	지점명	0<intensity ≤ 10	10<intensit y ≤ 30	30<intensit y ≤ 50	50<intensit y ≤ 70	intensity>70	TOT
601	단양	172(84.3%)	27(13.2%)	5(2.5%)	0(0%)	0(0%)	204(100%)
638	영춘	184(83.3%)	33(14.9%)	3(1.4%)	0(0%)	1(0.5%)	221(100%)
221	제천	164(79.2%)	39(18.8%)	3(1.4%)	1(0.5%)	0(0%)	207(100%)
621	수산	159(82%)	29(14.9%)	6(3.1%)	0(0%)	0(0%)	194(100%)
639	덕산	151(80.3%)	32(17%)	5(2.7%)	0(0%)	0(0%)	188(100%)
127	충주	158(79.8%)	35(17.7%)	5(2.5%)	0(0%)	0(0%)	198(100%)
620	엄정	145(76.7%)	42(22.2%)	1(0.5%)	1(0.5%)	0(0%)	189(100%)
622	수안보	145(76.3%)	41(21.6%)	4(2.1%)	0(0%)	0(0%)	190(100%)
630	노은	142(77.2%)	41(22.3%)	1(0.5%)	0(0%)	0(0%)	184(100%)
619	음성	161(79.7%)	36(17.8%)	5(2.5%)	0(0%)	0(0%)	202(100%)
600	금왕	133(73.5%)	44(24.3%)	4(2.2%)	0(0%)	0(0%)	181(100%)
602	진천	149(79.3%)	34(18.1%)	5(2.7%)	0(0%)	0(0%)	188(100%)
623	증평	161(77.4%)	43(20.7%)	4(1.9%)	0(0%)	0(0%)	208(100%)
603	괴산	153(75.7%)	46(22.8%)	3(1.5%)	0(0%)	0(0%)	202(100%)
640	청천	163(79.1%)	42(20.4%)	1(0.5%)	0(0%)	0(0%)	206(100%)
131	청주	157(78.9%)	40(20.1%)	1(0.5%)	1(0.5%)	0(0%)	199(100%)
624	상당	146(75.6%)	46(23.8%)	1(0.5%)	0(0%)	0(0%)	193(100%)
641	대청	139(74.3%)	45(24.1%)	3(1.6%)	0(0%)	0(0%)	187(100%)
226	보은	169(80.5%)	34(16.2%)	5(2.4%)	2(1%)	0(0%)	210(100%)
625	속리산	167(78%)	42(19.6%)	3(1.4%)	2(0.9%)	0(0%)	214(100%)
604	옥천	152(77.2%)	42(21.3%)	3(1.5%)	0(0%)	0(0%)	197(100%)
626	옥천청 산	148(76.7%)	41(21.2%)	3(1.6%)	0(0%)	1(0.5%)	193(100%)
135	추풍령	174(81.7%)	37(17.4%)	2(0.9%)	0(0%)	0(0%)	213(100%)
605	영동	152(78.8%)	38(19.7%)	1(0.5%)	1(0.5%)	1(0.5%)	193(100%)
647	가곡	146(75.6%)	44(22.8%)	2(1%)	1(0.5%)	0(0%)	193(100%)

1.2 7월 발생빈도(강수일수 대비 발생비율)

표 2.3. 7월 시간당강수량 발생 빈도

지점번호	지점명	0<intensity ≤ 10	10<intensit y ≤ 30	30<intensit y ≤ 50	50<intensit y ≤ 70	intensity>7 0	TOT
601	단양	233(76.6%)	61(20.1%)	8(2.6%)	2(0.7%)	0(0%)	304(100%)
638	영춘	226(74.6%)	68(22.4%)	9(3%)	0(0%)	0(0%)	303(100%)
221	제천	224(71.1%)	71(22.5%)	18(5.7%)	1(0.3%)	1(0.3%)	315(100%)
621	수산	227(75.9%)	62(20.7%)	8(2.7%)	2(0.7%)	0(0%)	299(100%)
639	덕산	243(76.9%)	65(20.6%)	7(2.2%)	1(0.3%)	0(0%)	316(100%)
127	충주	218(71%)	70(22.8%)	17(5.5%)	2(0.7%)	0(0%)	307(100%)
620	엄정	197(68.9%)	81(28.3%)	8(2.8%)	0(0%)	0(0%)	286(100%)
622	수안보	236(74%)	67(21%)	14(4.4%)	2(0.6%)	0(0%)	319(100%)
630	노은	192(66.7%)	84(29.2%)	12(4.2%)	0(0%)	0(0%)	288(100%)
619	음성	200(69.2%)	75(26%)	13(4.5%)	1(0.3%)	0(0%)	289(100%)
600	금왕	205(72.7%)	66(23.4%)	9(3.2%)	1(0.4%)	1(0.4%)	282(100%)
602	진천	206(69.8%)	76(25.8%)	11(3.7%)	2(0.7%)	0(0%)	295(100%)
623	증평	203(69.5%)	70(24%)	15(5.1%)	4(1.4%)	0(0%)	292(100%)
603	괴산	209(67.2%)	89(28.6%)	11(3.5%)	1(0.3%)	1(0.3%)	311(100%)
640	청천	218(70.6%)	75(24.3%)	14(4.5%)	2(0.6%)	0(0%)	309(100%)
131	청주	211(71.8%)	67(22.8%)	12(4.1%)	4(1.4%)	0(0%)	294(100%)
624	상당	217(69.6%)	74(23.7%)	20(6.4%)	0(0%)	1(0.3%)	312(100%)
641	대청	219(71.1%)	69(22.4%)	17(5.5%)	3(1%)	0(0%)	308(100%)
226	보은	224(69.1%)	84(25.9%)	12(3.7%)	3(0.9%)	1(0.3%)	324(100%)
625	속리산	231(71.1%)	83(25.5%)	11(3.4%)	0(0%)	0(0%)	325(100%)
604	옥천	215(68.7%)	80(25.6%)	17(5.4%)	1(0.3%)	0(0%)	313(100%)
626	옥천청산	222(74.7%)	63(21.2%)	11(3.7%)	1(0.3%)	0(0%)	297(100%)
135	추풍령	235(74.8%)	67(21.3%)	11(3.5%)	1(0.3%)	0(0%)	314(100%)
605	영동	232(73.7%)	65(20.6%)	16(5.1%)	2(0.6%)	0(0%)	315(100%)
647	가곡	228(73.8%)	65(21%)	13(4.2%)	2(0.6%)	1(0.3%)	309(100%)

1.3 8월 발생빈도(강수일수 대비 발생비율)

표 2.4. 8월 시간당강수량 발생 빈도

지점번호	지점명	0<intensity ≤ 10	10<intensit y ≤ 30	30<intensit y ≤ 50	50<intensit y ≤ 70	intensity>7 0	TOT
601	단양	233(76.6%)	61(20.1%)	8(2.6%)	2(0.7%)	0(0%)	304(100%)
638	영춘	226(74.6%)	68(22.4%)	9(3%)	0(0%)	0(0%)	303(100%)
221	제천	224(71.1%)	71(22.5%)	18(5.7%)	1(0.3%)	1(0.3%)	315(100%)
621	수산	227(75.9%)	62(20.7%)	8(2.7%)	2(0.7%)	0(0%)	299(100%)
639	덕산	243(76.9%)	65(20.6%)	7(2.2%)	1(0.3%)	0(0%)	316(100%)
127	충주	218(71%)	70(22.8%)	17(5.5%)	2(0.7%)	0(0%)	307(100%)
620	엄정	197(68.9%)	81(28.3%)	8(2.8%)	0(0%)	0(0%)	286(100%)
622	수안보	236(74%)	67(21%)	14(4.4%)	2(0.6%)	0(0%)	319(100%)
630	노은	192(66.7%)	84(29.2%)	12(4.2%)	0(0%)	0(0%)	288(100%)
619	음성	200(69.2%)	75(26%)	13(4.5%)	1(0.3%)	0(0%)	289(100%)
600	금왕	205(72.7%)	66(23.4%)	9(3.2%)	1(0.4%)	1(0.4%)	282(100%)
602	진천	206(69.8%)	76(25.8%)	11(3.7%)	2(0.7%)	0(0%)	295(100%)
623	증평	203(69.5%)	70(24%)	15(5.1%)	4(1.4%)	0(0%)	292(100%)
603	괴산	209(67.2%)	89(28.6%)	11(3.5%)	1(0.3%)	1(0.3%)	311(100%)
640	청천	218(70.6%)	75(24.3%)	14(4.5%)	2(0.6%)	0(0%)	309(100%)
131	청주	211(71.8%)	67(22.8%)	12(4.1%)	4(1.4%)	0(0%)	294(100%)
624	상당	217(69.6%)	74(23.7%)	20(6.4%)	0(0%)	1(0.3%)	312(100%)
641	대청	219(71.1%)	69(22.4%)	17(5.5%)	3(1%)	0(0%)	308(100%)
226	보은	224(69.1%)	84(25.9%)	12(3.7%)	3(0.9%)	1(0.3%)	324(100%)
625	속리산	231(71.1%)	83(25.5%)	11(3.4%)	0(0%)	0(0%)	325(100%)
604	옥천	215(68.7%)	80(25.6%)	17(5.4%)	1(0.3%)	0(0%)	313(100%)
626	옥천청산	222(74.7%)	63(21.2%)	11(3.7%)	1(0.3%)	0(0%)	297(100%)
135	추풍령	235(74.8%)	67(21.3%)	11(3.5%)	1(0.3%)	0(0%)	314(100%)
605	영동	232(73.7%)	65(20.6%)	16(5.1%)	2(0.6%)	0(0%)	315(100%)
647	가곡	228(73.8%)	65(21%)	13(4.2%)	2(0.6%)	1(0.3%)	309(100%)

1.4 9월 발생빈도(강수일수 대비 발생비율)

표 2.5. 9월 시간당강수량 발생 빈도

지점번호	지점명	0<intensity ≤ 10	10<intensity ≤ 30	30<intensity ≤ 50	50<intensity ≤ 70	intensity>70	TOT
601	단양	171(82.6%)	33(15.9%)	3(1.4%)	0(0%)	0(0%)	207(100%)
638	영춘	173(82.8%)	32(15.3%)	3(1.4%)	1(0.5%)	0(0%)	209(100%)
221	제천	168(82.4%)	33(16.2%)	2(1%)	1(0.5%)	0(0%)	204(100%)
621	수산	169(84.1%)	28(13.9%)	4(2%)	0(0%)	0(0%)	201(100%)
639	덕산	177(84.7%)	26(12.4%)	6(2.9%)	0(0%)	0(0%)	209(100%)
127	충주	170(81%)	37(17.6%)	2(1%)	1(0.5%)	0(0%)	210(100%)
620	엄정	153(79.7%)	34(17.7%)	5(2.6%)	0(0%)	0(0%)	192(100%)
622	수안보	161(79.7%)	39(19.3%)	2(1%)	0(0%)	0(0%)	202(100%)
630	노은	149(77.2%)	39(20.2%)	3(1.6%)	2(1%)	0(0%)	193(100%)
619	음성	160(78.4%)	40(19.6%)	4(2%)	0(0%)	0(0%)	204(100%)
600	금왕	150(79.4%)	35(18.5%)	4(2.1%)	0(0%)	0(0%)	189(100%)
602	진천	151(77.4%)	38(19.5%)	6(3.1%)	0(0%)	0(0%)	195(100%)
623	증평	160(83.3%)	30(15.6%)	2(1%)	0(0%)	0(0%)	192(100%)
603	괴산	161(79.3%)	36(17.7%)	5(2.5%)	1(0.5%)	0(0%)	203(100%)
640	청천	165(82.1%)	33(16.4%)	3(1.5%)	0(0%)	0(0%)	201(100%)
131	청주	155(82.9%)	27(14.4%)	5(2.7%)	0(0%)	0(0%)	187(100%)
624	상당	167(81.1%)	35(17%)	4(1.9%)	0(0%)	0(0%)	206(100%)
641	대청	150(81.1%)	31(16.8%)	2(1.1%)	2(1.1%)	0(0%)	185(100%)
226	보은	162(78.6%)	37(18%)	6(2.9%)	1(0.5%)	0(0%)	206(100%)
625	속리산	170(80.6%)	39(18.5%)	2(0.9%)	0(0%)	0(0%)	211(100%)
604	옥천	152(79.2%)	35(18.2%)	5(2.6%)	0(0%)	0(0%)	192(100%)
626	옥천청산	155(80.7%)	35(18.2%)	2(1%)	0(0%)	0(0%)	192(100%)
135	추풍령	183(87.6%)	26(12.4%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	209(100%)
605	영동	169(85.8%)	27(13.7%)	1(0.5%)	0(0%)	0(0%)	197(100%)
647	가곡	163(83.6%)	30(15.4%)	1(0.5%)	1(0.5%)	0(0%)	195(100%)

1.5 10월 발생빈도(강수일수 대비 발생비율)

표 2.6. 10월 시간당강수량 발생 빈도

지점번호	지점명	0<intensity ≤ 10	10<intensit y ≤ 30	30<intensit y ≤ 50	50<intensit y ≤ 70	intensity>7 0	TOT
601	단양	119(96.7%)	4(3.3%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	123(100%)
638	영춘	122(96.8%)	4(3.2%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	126(100%)
221	제천	113(96.6%)	4(3.4%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	117(100%)
621	수산	120(95.2%)	6(4.8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	126(100%)
639	덕산	127(97.7%)	3(2.3%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	130(100%)
127	충주	112(89.6%)	13(10.4%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	125(100%)
620	엄정	107(98.2%)	2(1.8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	109(100%)
622	수안보	118(95.2%)	6(4.8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	124(100%)
630	노은	115(95%)	6(5%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	121(100%)
619	음성	121(94.5%)	7(5.5%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	128(100%)
600	금왕	112(92.6%)	9(7.4%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	121(100%)
602	진천	114(90.5%)	12(9.5%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	126(100%)
623	증평	115(95.8%)	5(4.2%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	120(100%)
603	괴산	114(92.7%)	9(7.3%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	123(100%)
640	청천	130(94.9%)	7(5.1%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	137(100%)
131	청주	113(90.4%)	12(9.6%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	125(100%)
624	상당	119(91.5%)	11(8.5%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	130(100%)
641	대청	118(93.7%)	8(6.3%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	126(100%)
226	보은	124(97.6%)	3(2.4%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	127(100%)
625	속리산	125(95.4%)	6(4.6%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	131(100%)
604	옥천	122(96.8%)	4(3.2%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	126(100%)
626	옥천청 산	116(95.1%)	6(4.9%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	122(100%)
135	추풍령	125(96.2%)	5(3.8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	130(100%)
605	영동	119(94.4%)	7(5.6%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	126(100%)
647	가곡	119(92.2%)	10(7.8%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	129(100%)

2. 월별 시간당 강수 빈도

1998년~2018년 까지 6~10월 강수량을 기록한 사례 중에서 시간당 강수량 계급별로 지점별 발생비율을 GIS를 이용하여 아래 그림과 같이 나타내었다.

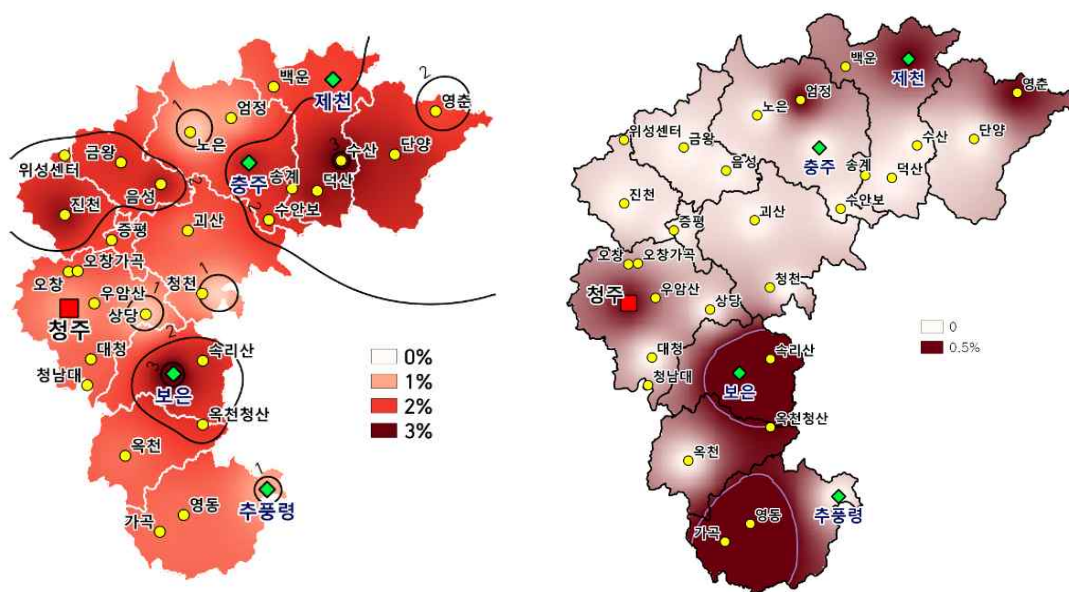


그림 2.27. 충북지역 6월 시간당강수량 발생빈도(좌: 30mm/hr, 우: 50mm/hr)

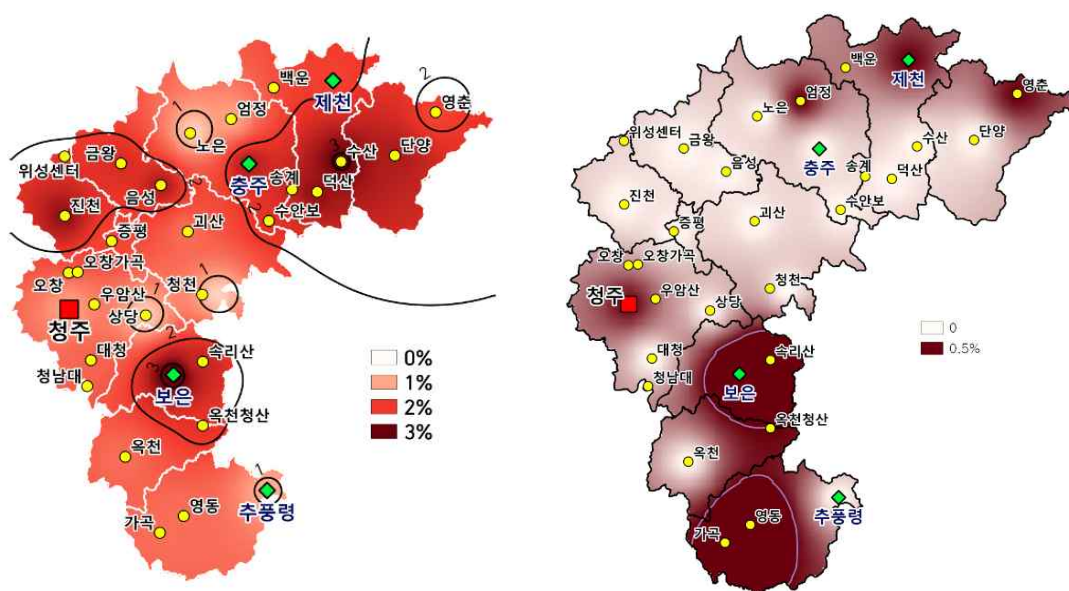


그림 2.28. 충북지역 7월 시간당강수량 발생빈도(좌: 30mm/hr, 우: 50mm/hr)

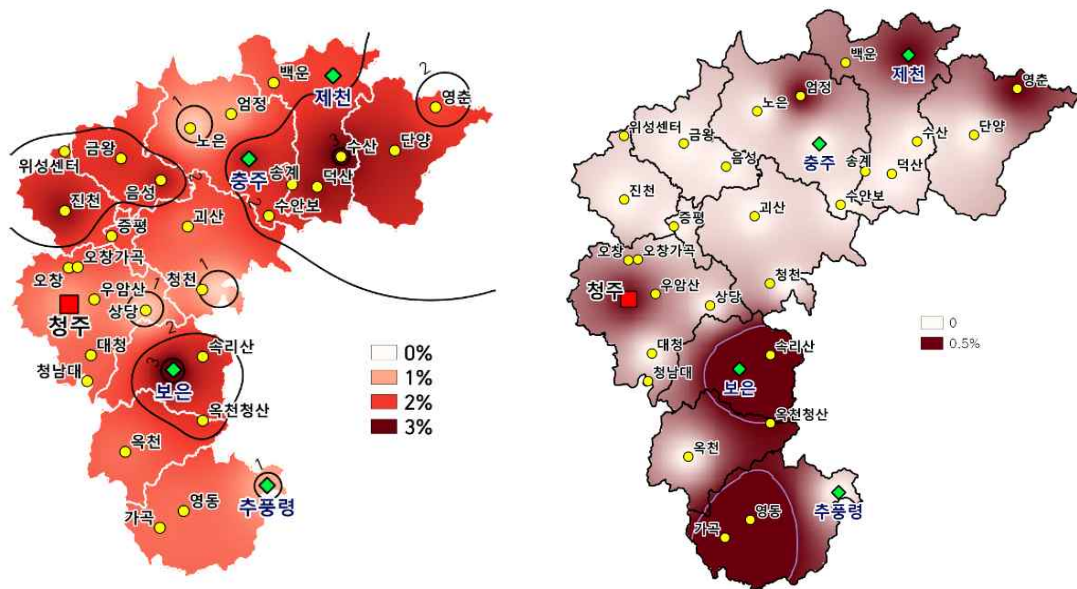


그림 2.29. 충북지역 8월 시간당강수량 발생빈도(좌: 30mm/hr, 우: 50mm/hr)

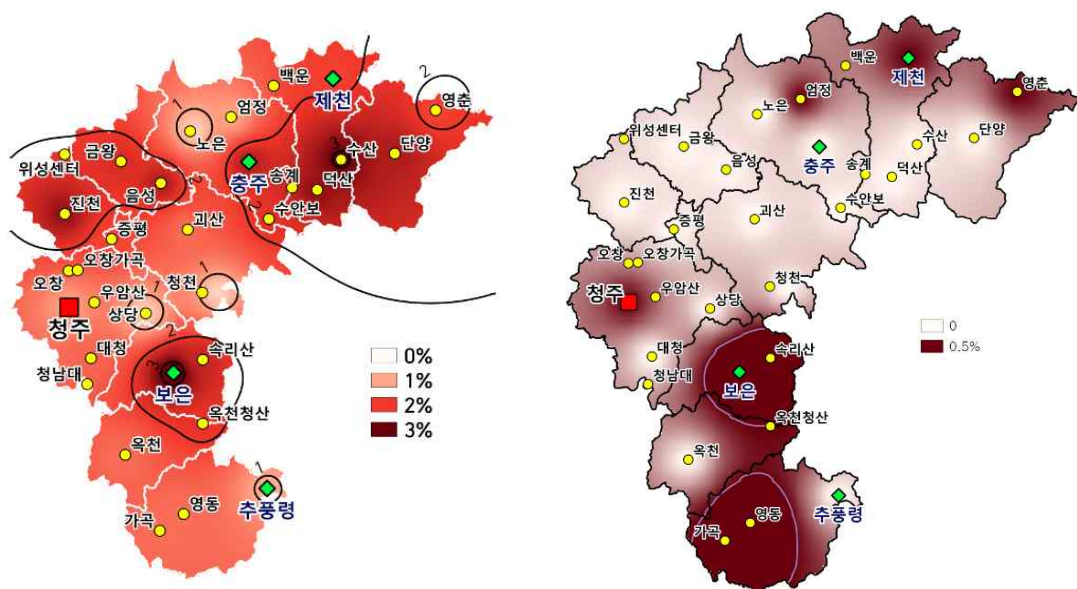


그림 2.30. 충북지역 9월 시간당강수량 발생빈도(좌: 30mm/hr, 우: 50mm/hr)

충북 지점별로 월별(6~10월) 시간당강수량 발생빈도를 아래 그림에 나타내었다.

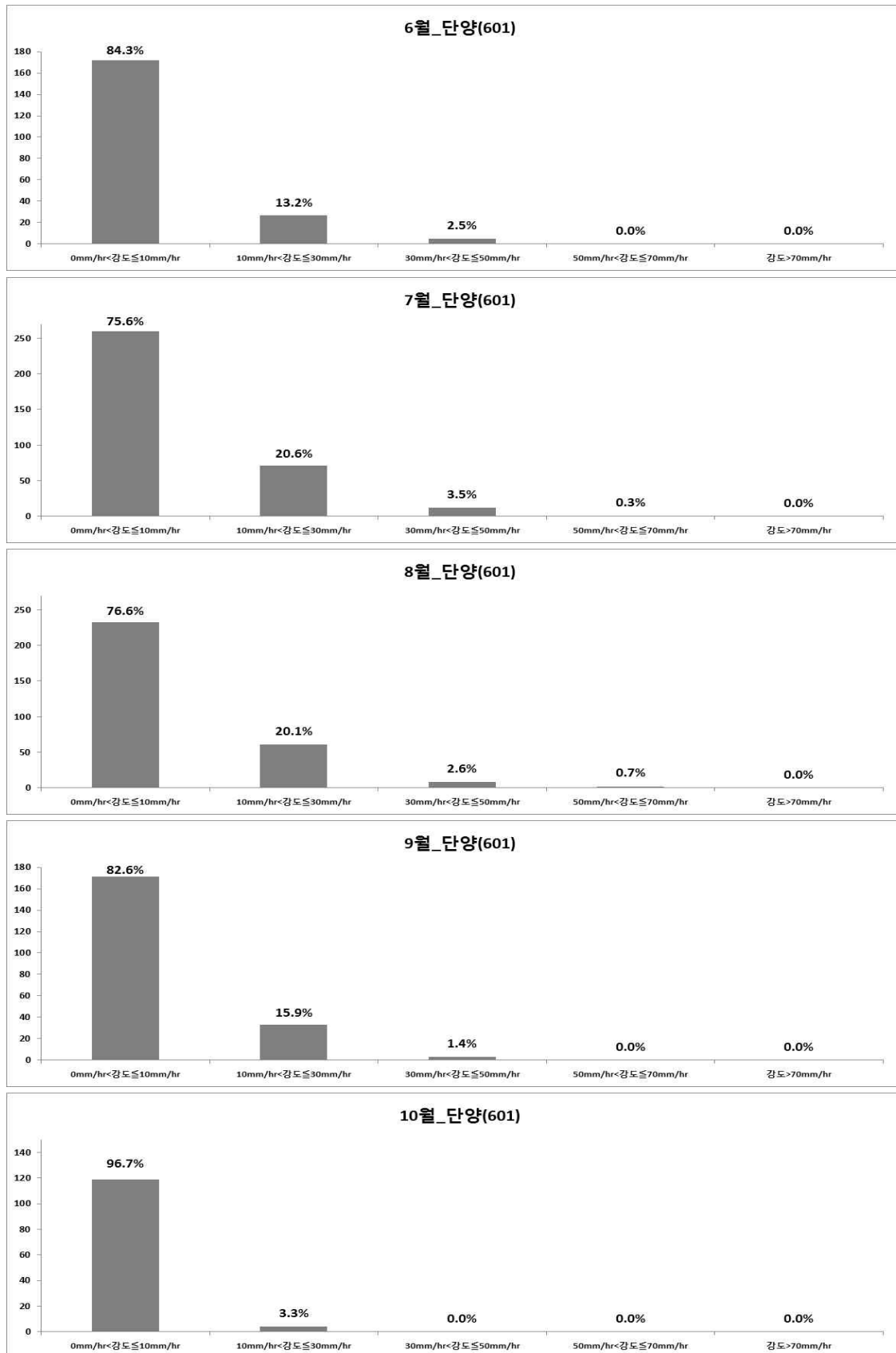


그림 2.31. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(단양)

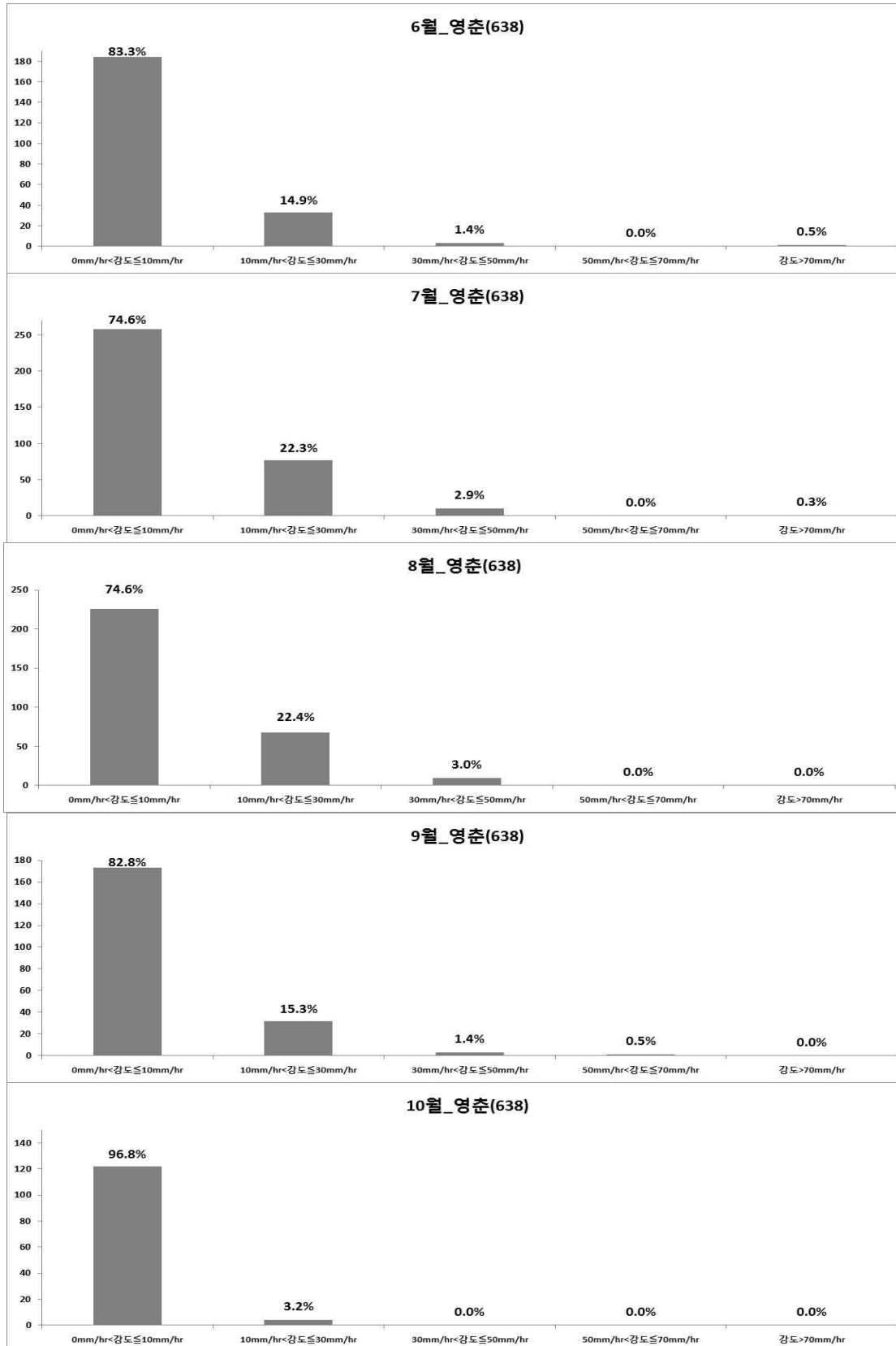


그림 2.32. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(영춘)

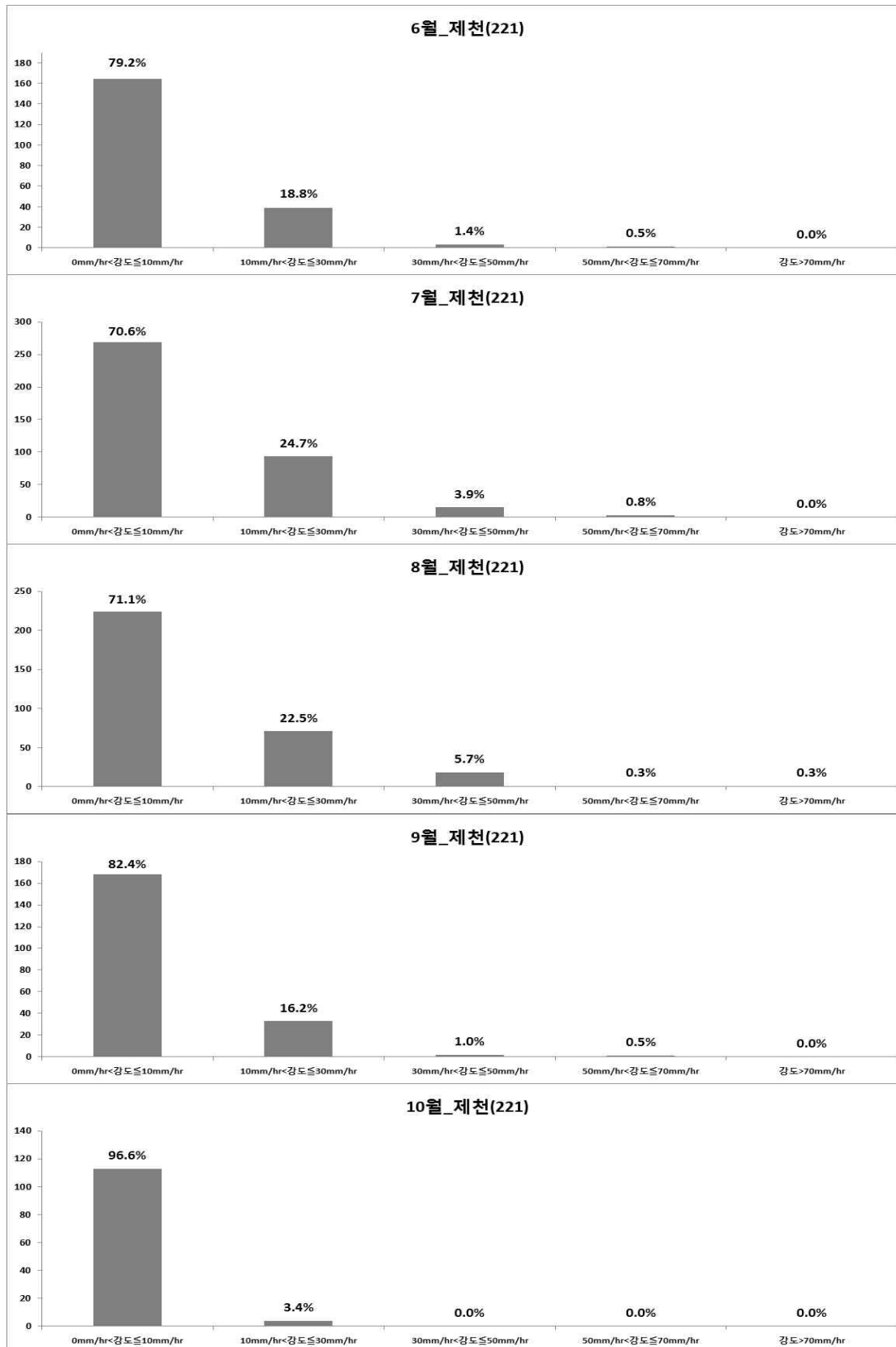


그림 2.33. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(제천)

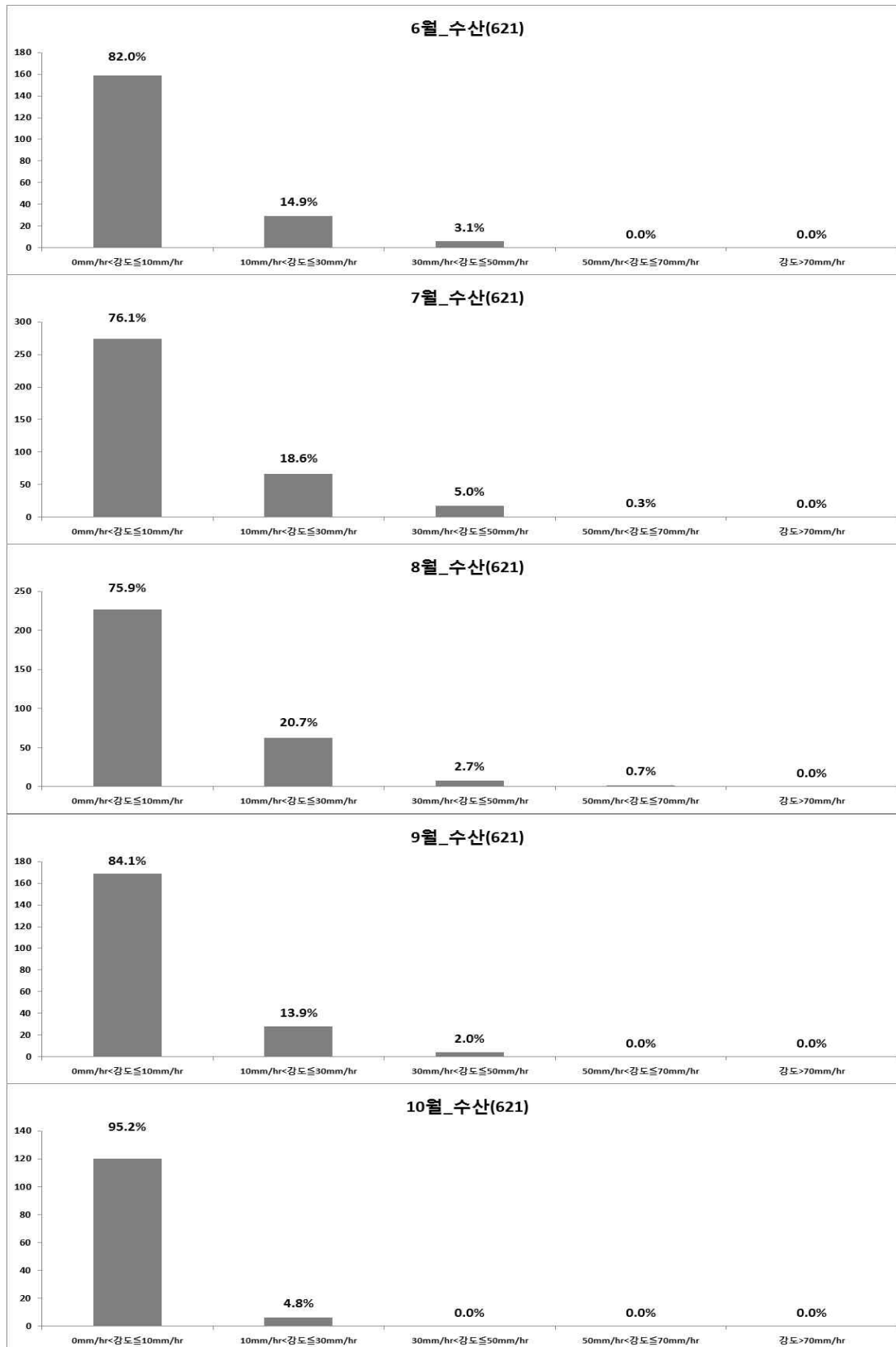


그림 2.34. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(수산)

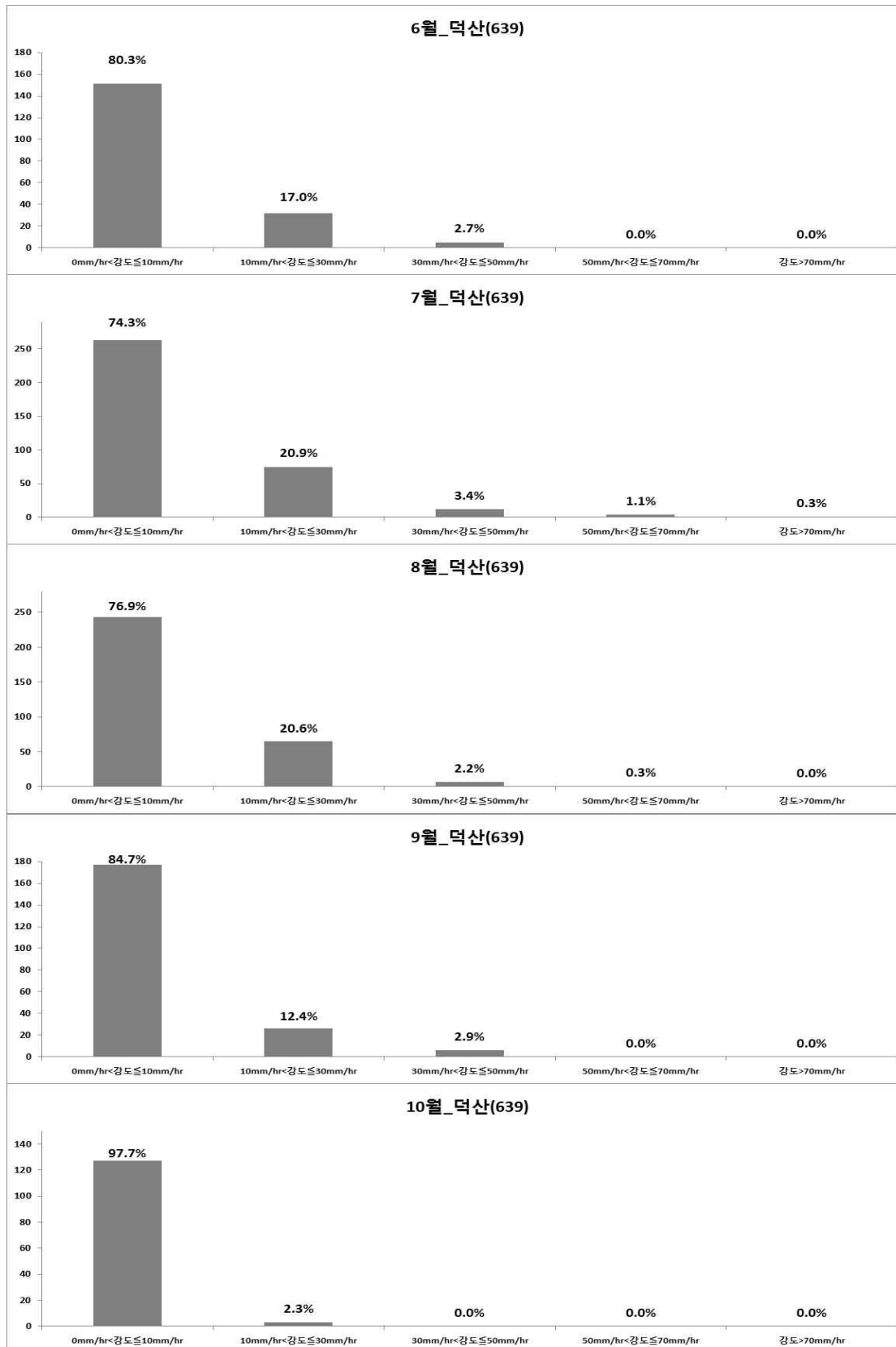


그림 2.35. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(덕산)

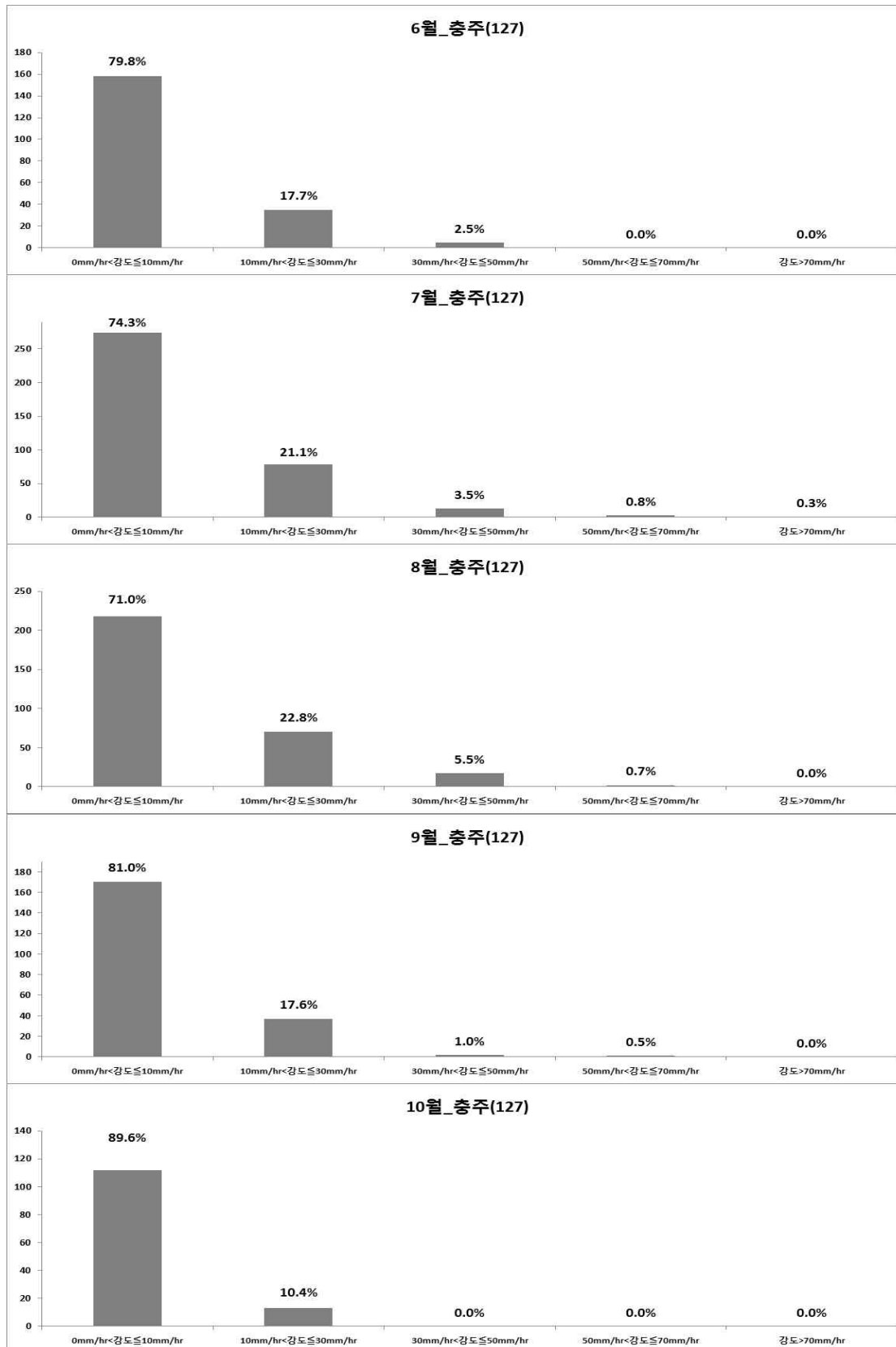


그림 2.36. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(총주)

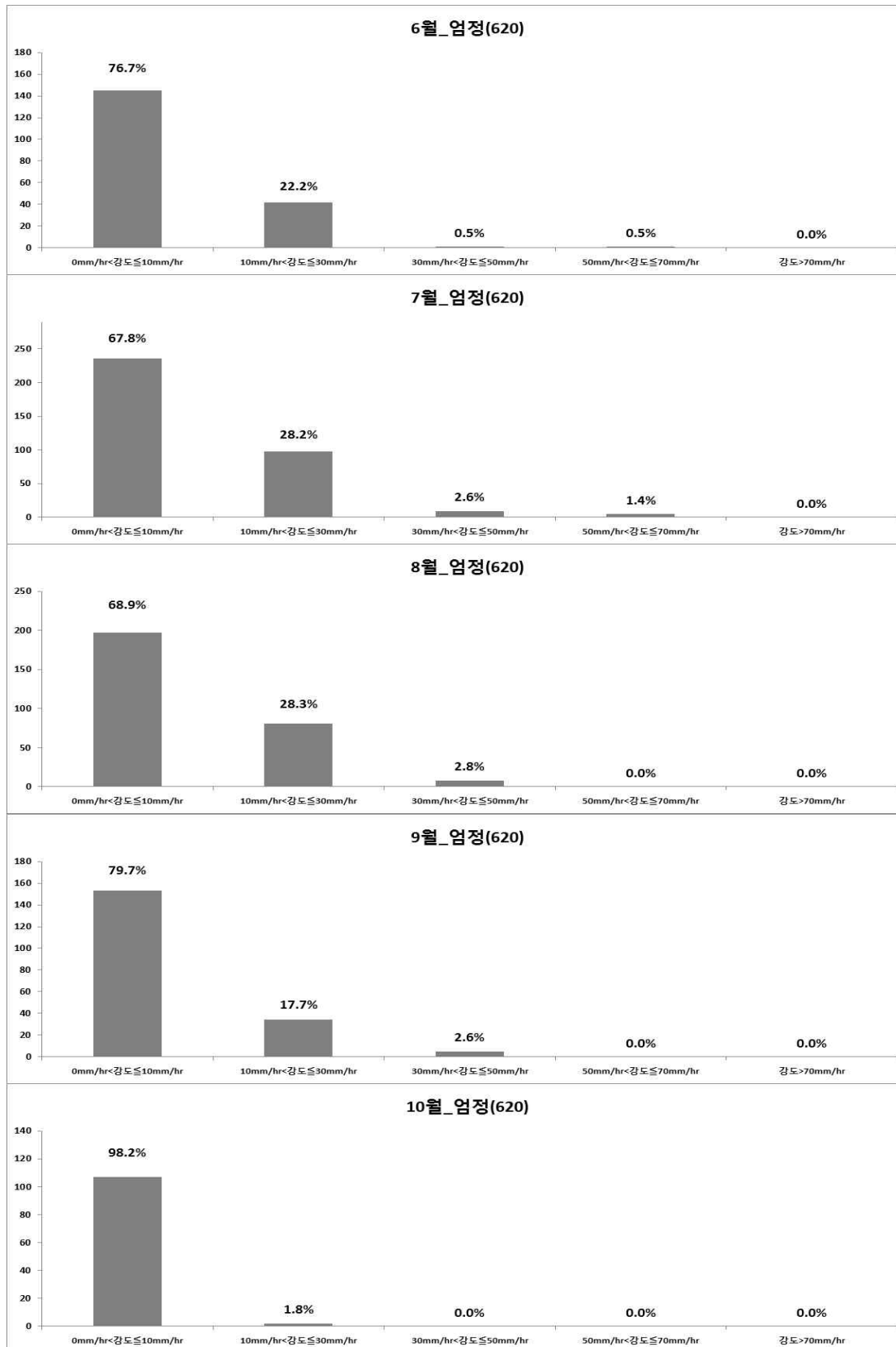


그림 2.37. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(엄정)

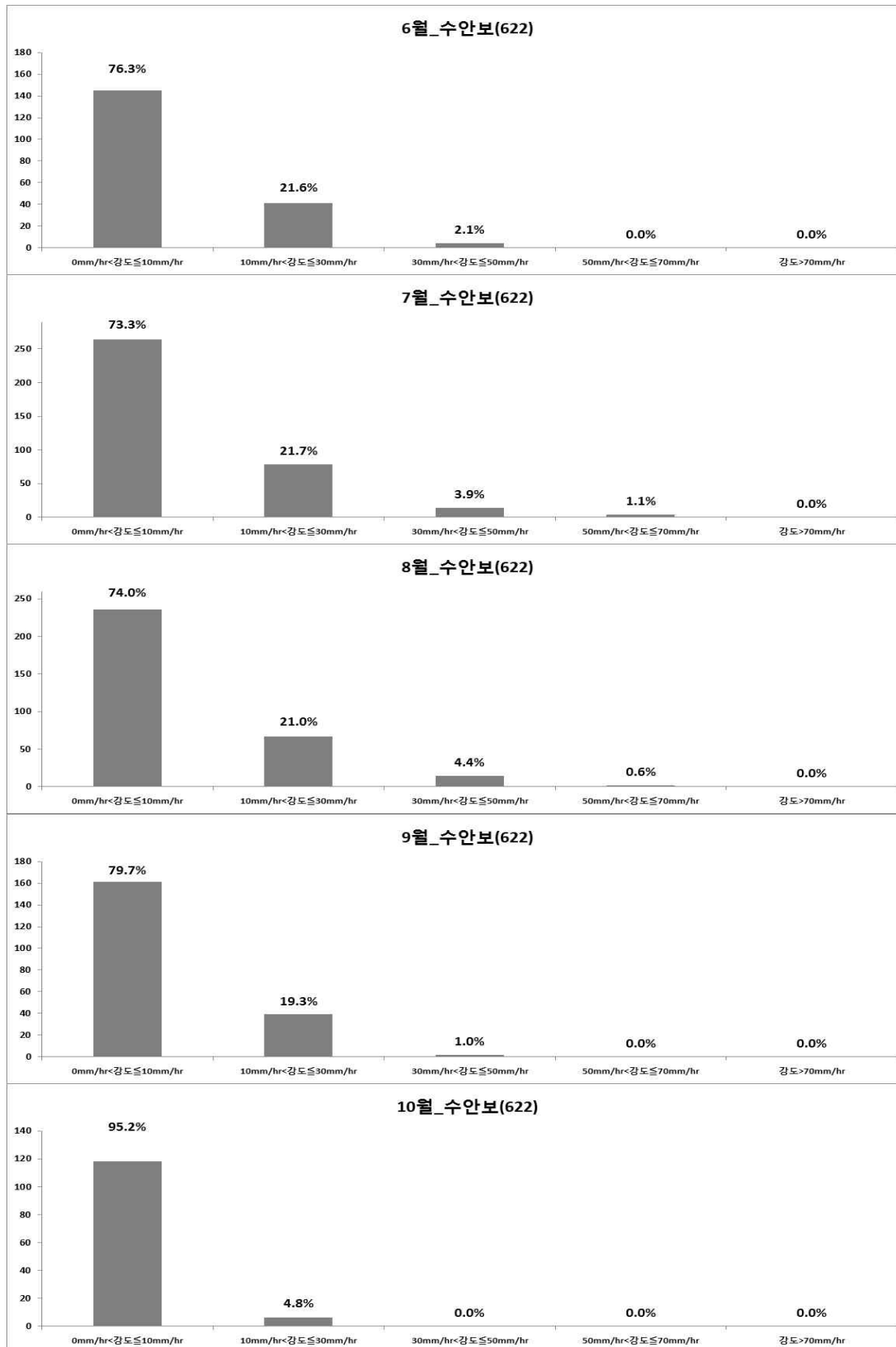


그림 2.38. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(수안보)

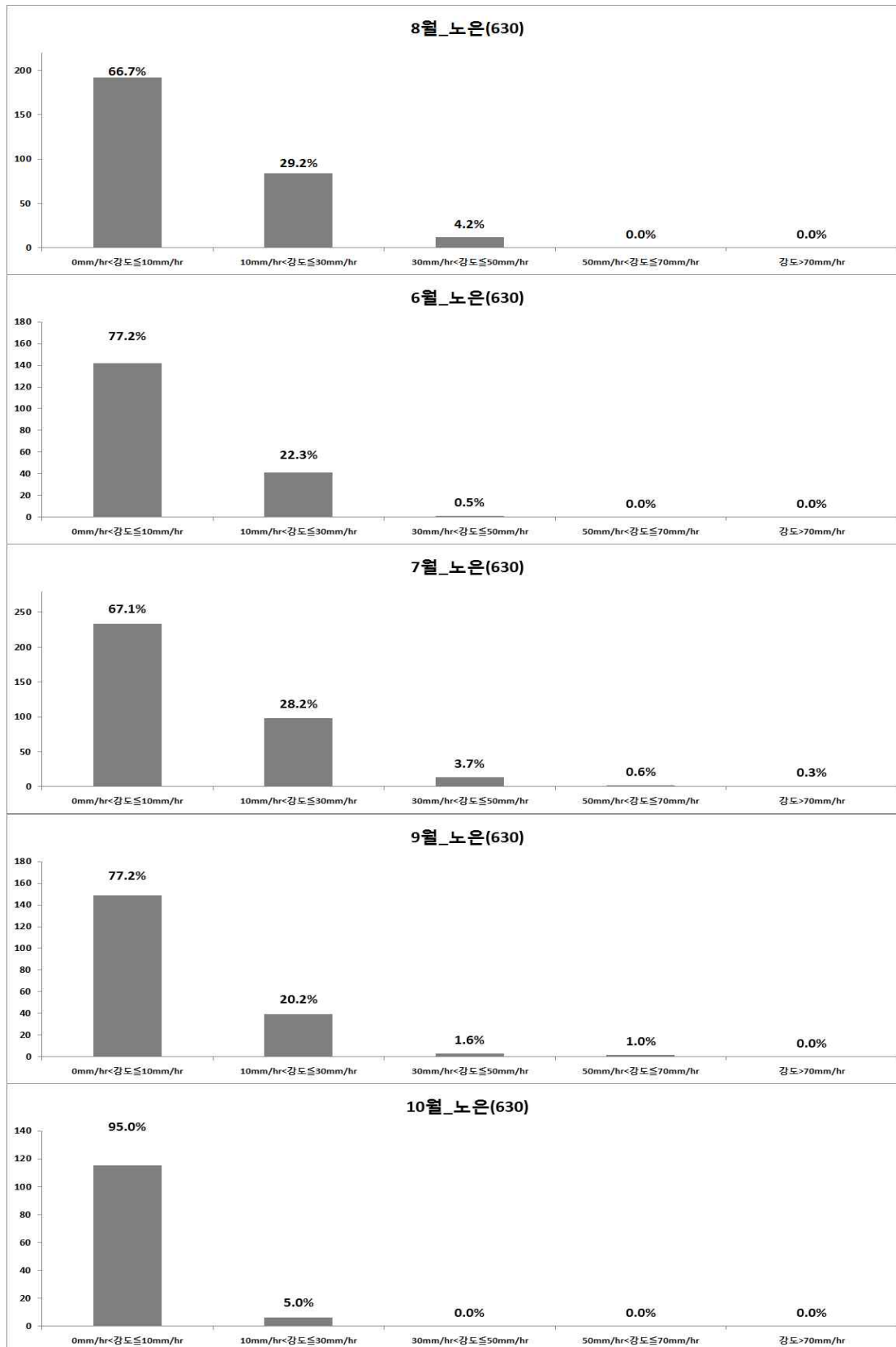


그림 2.39. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(노은)

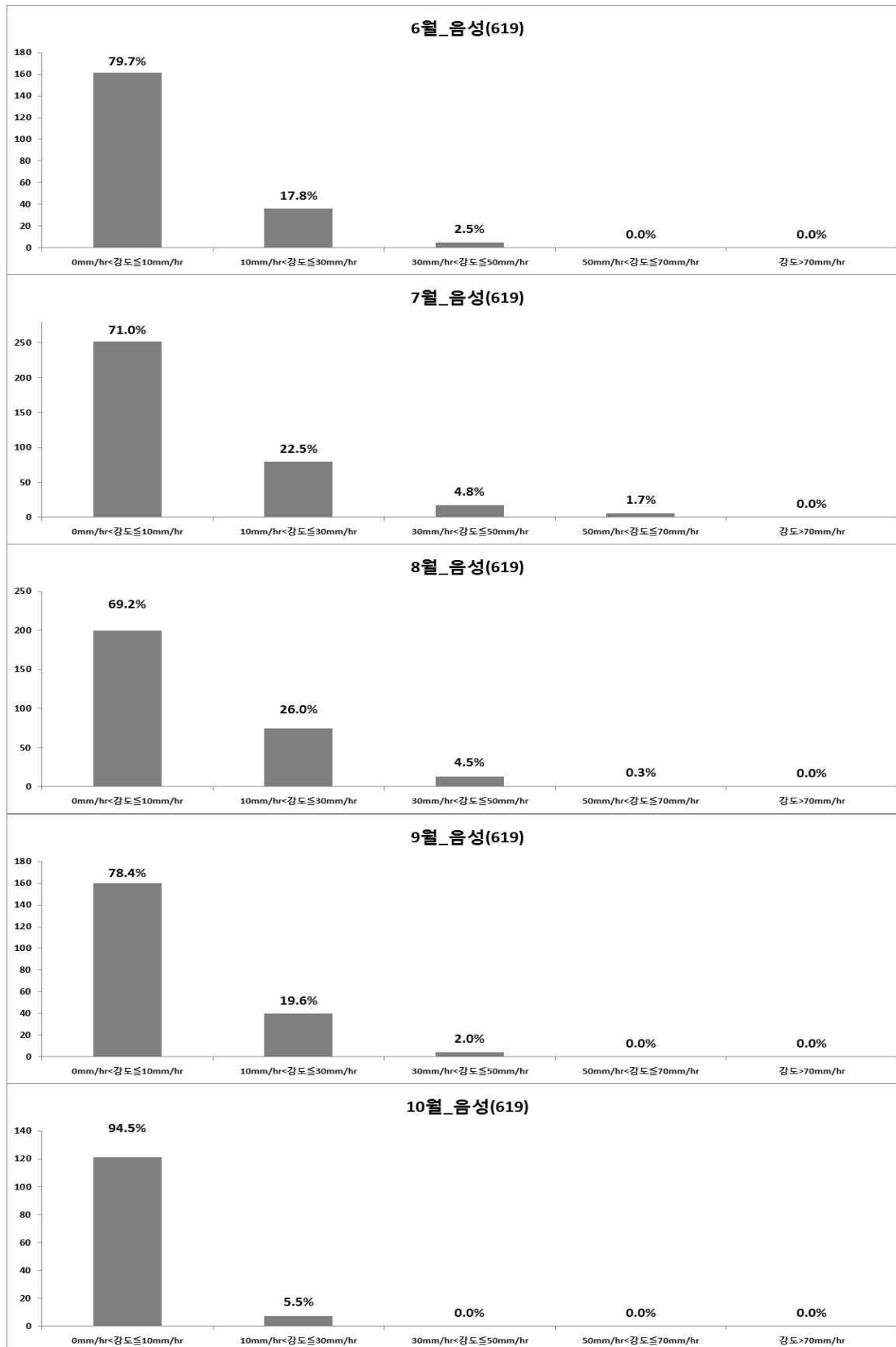


그림 2.40. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(음성)

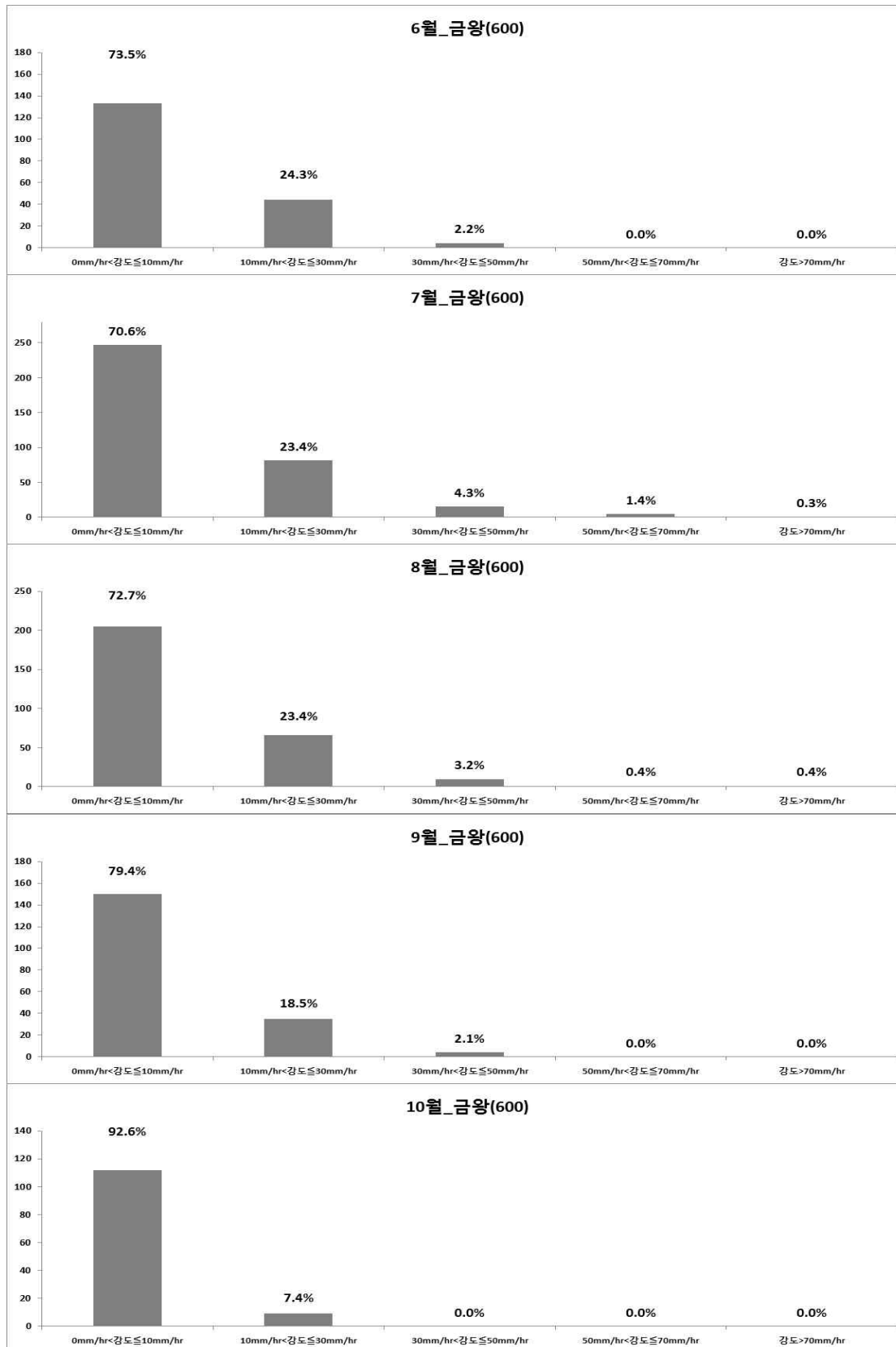


그림 2.41. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(금왕)

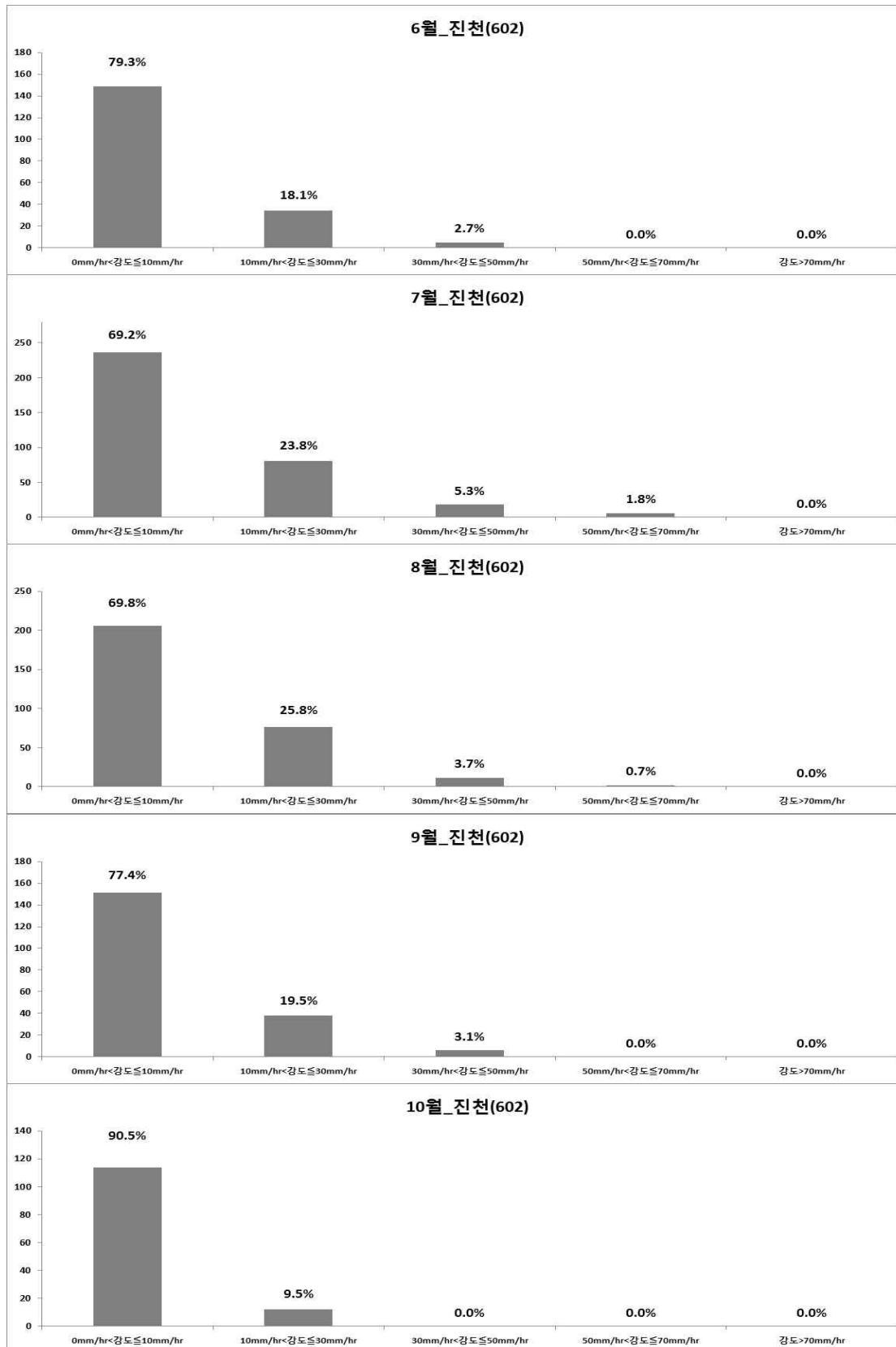


그림 2.42. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(진천)

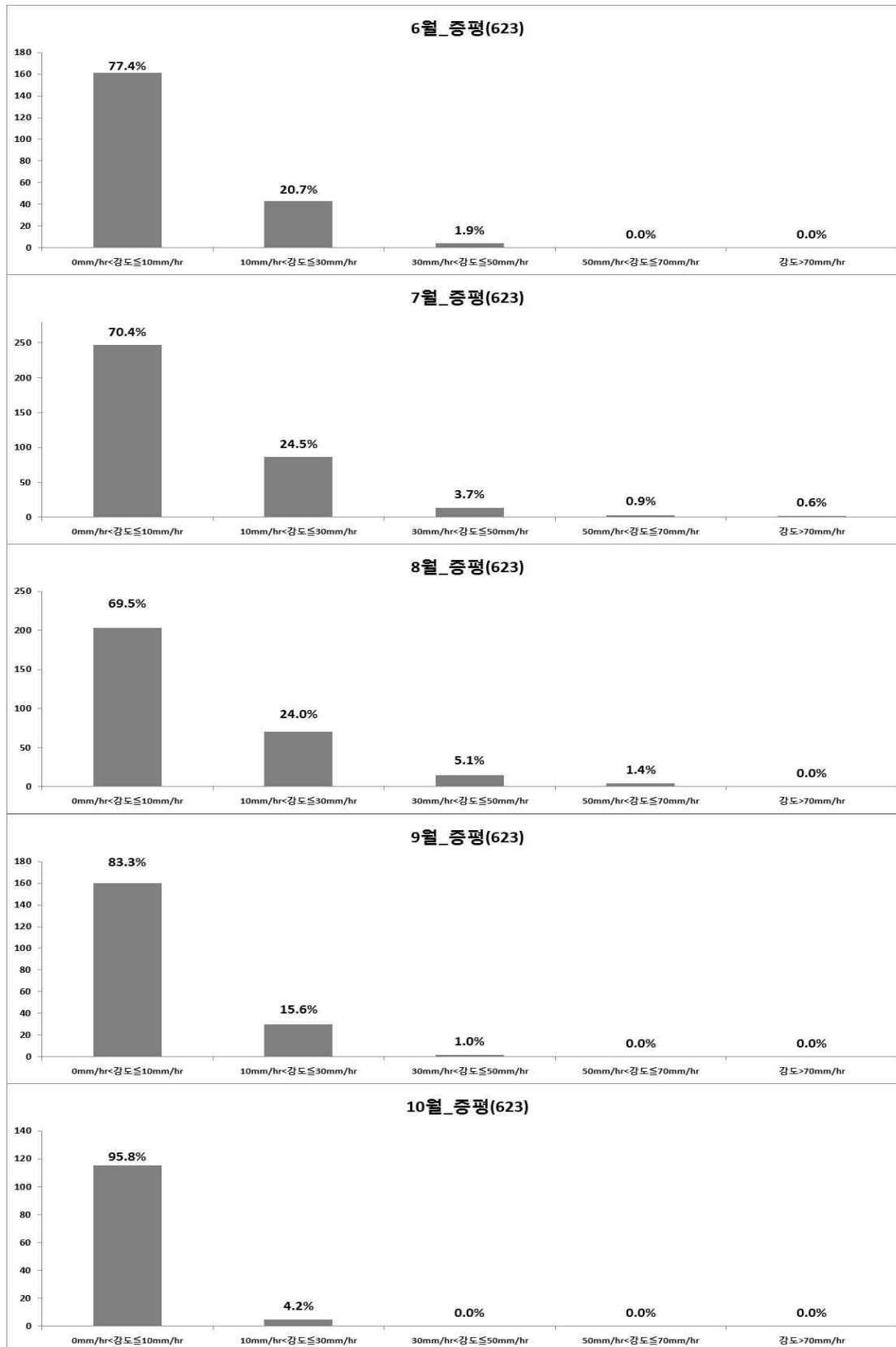


그림 2.43. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(증평)

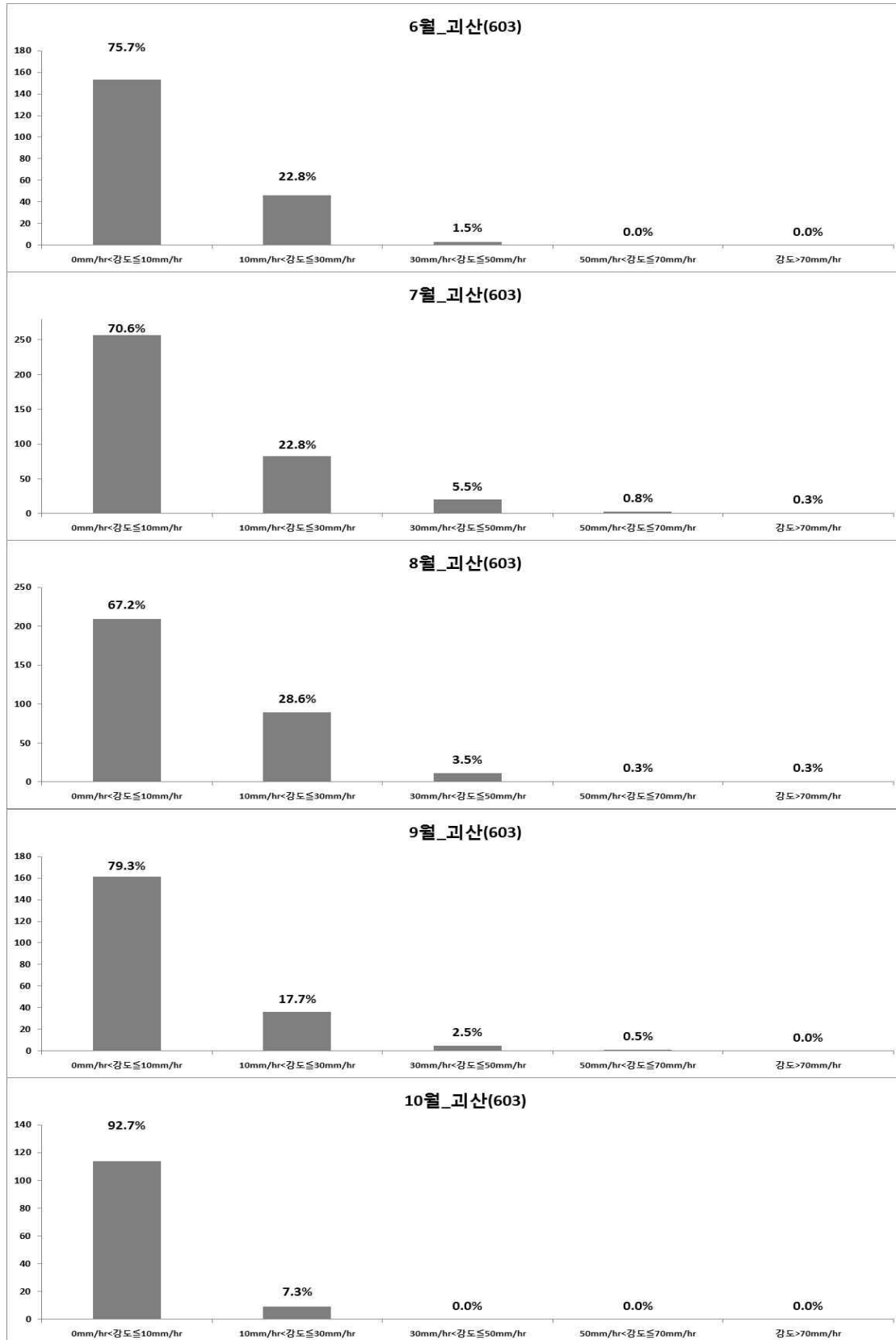


그림 2.44. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(괴산)

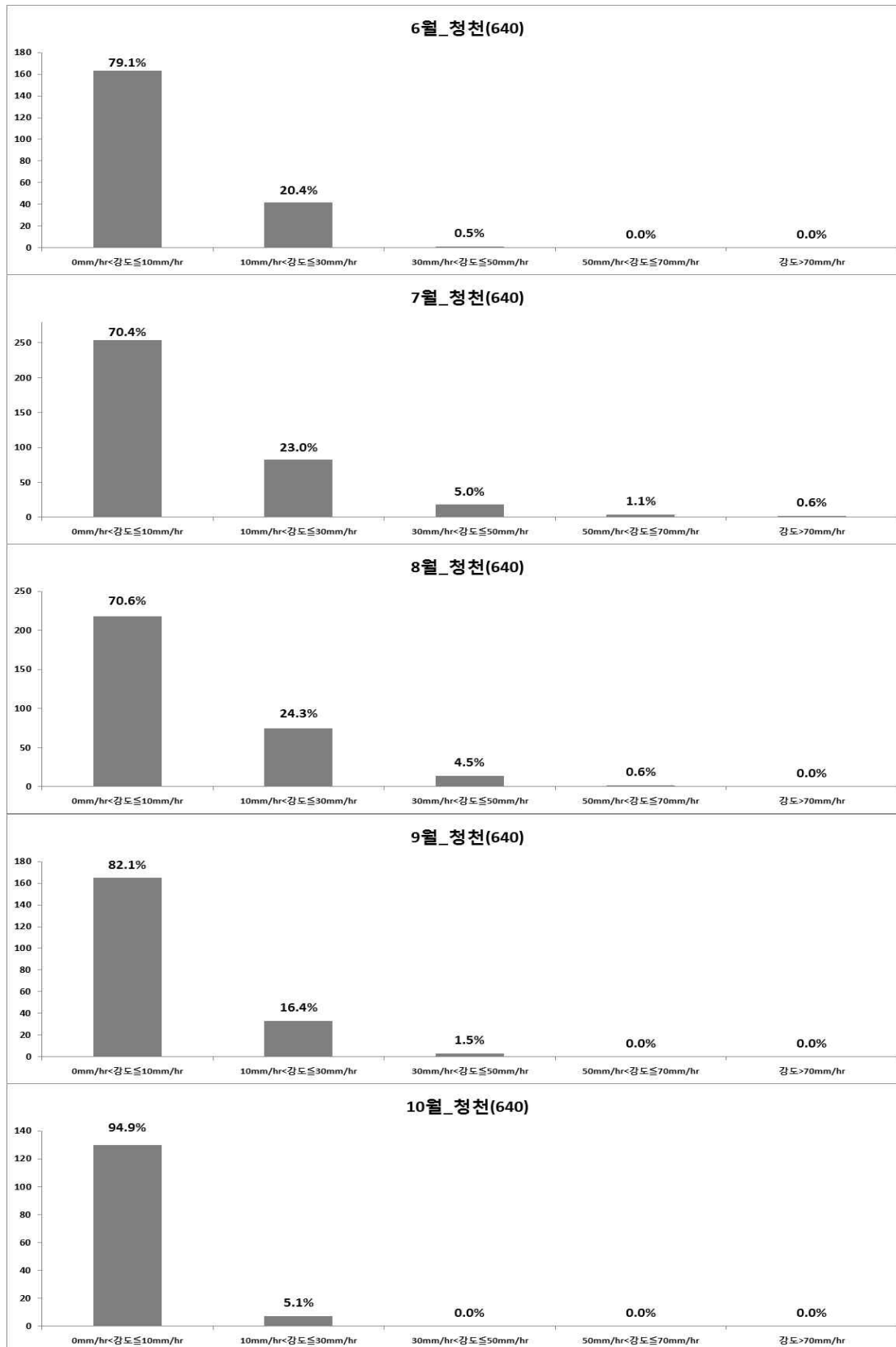


그림 2.45. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(청천)

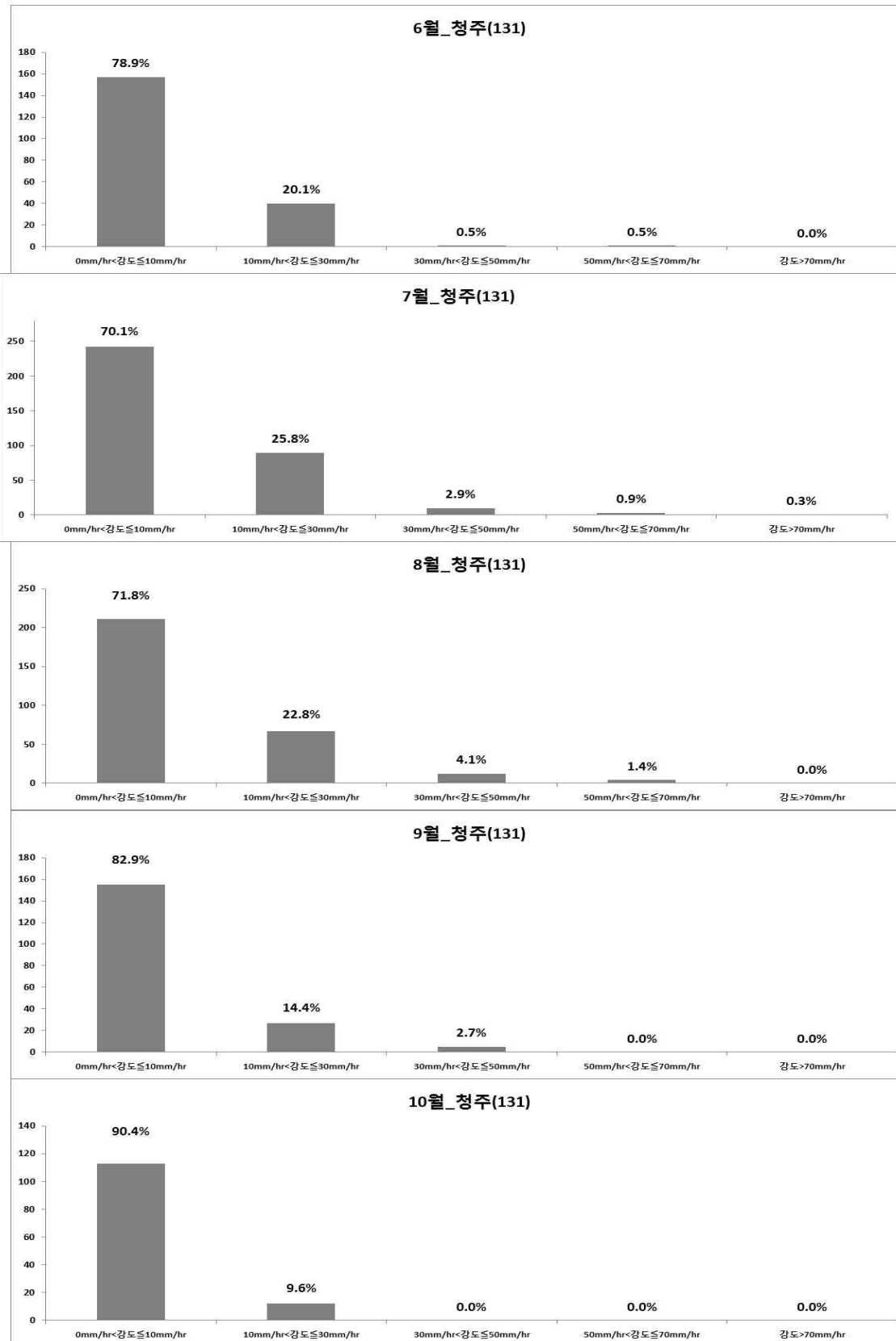


그림 2.46. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(청주)

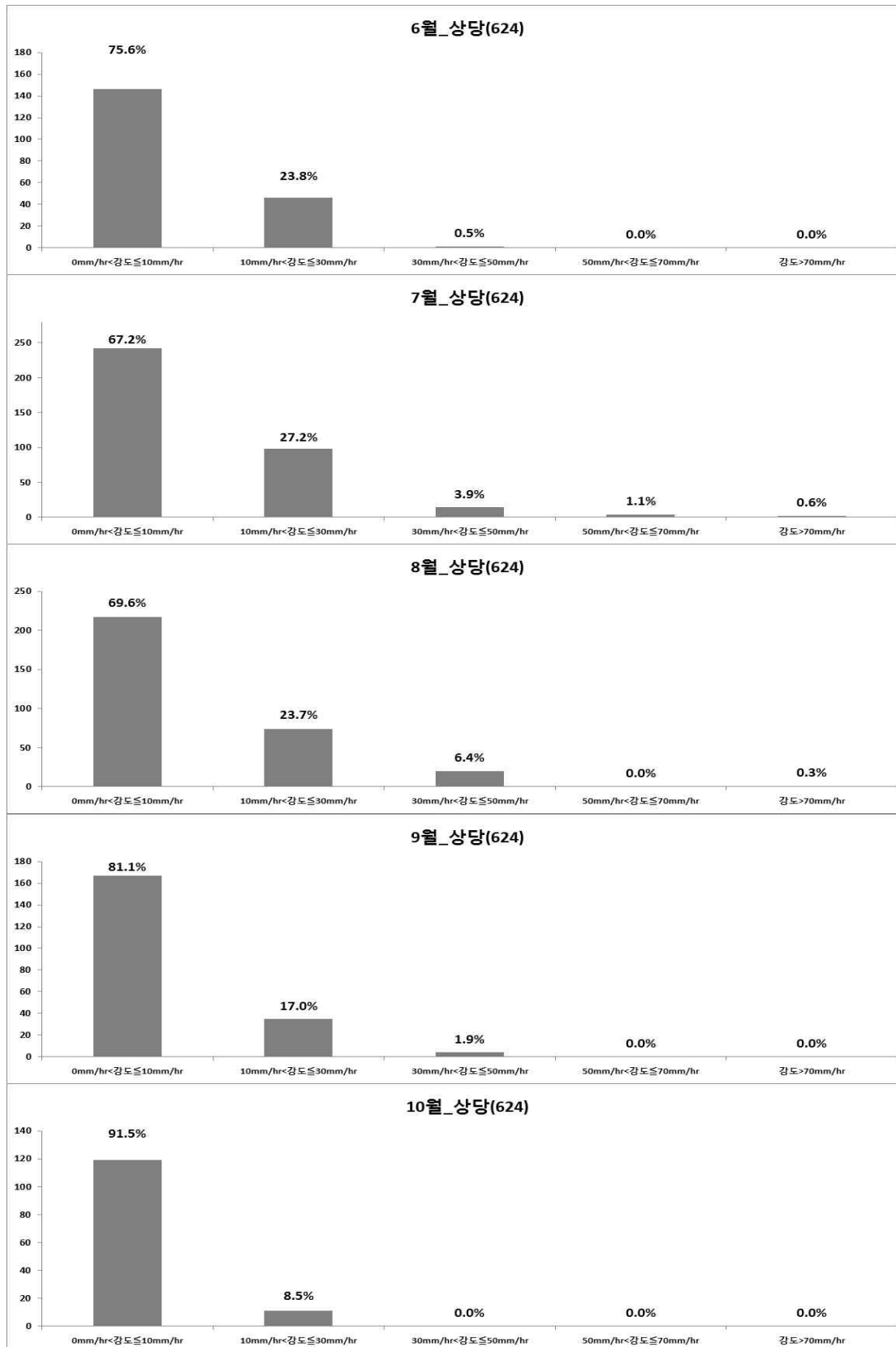


그림 2.47. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(상당)

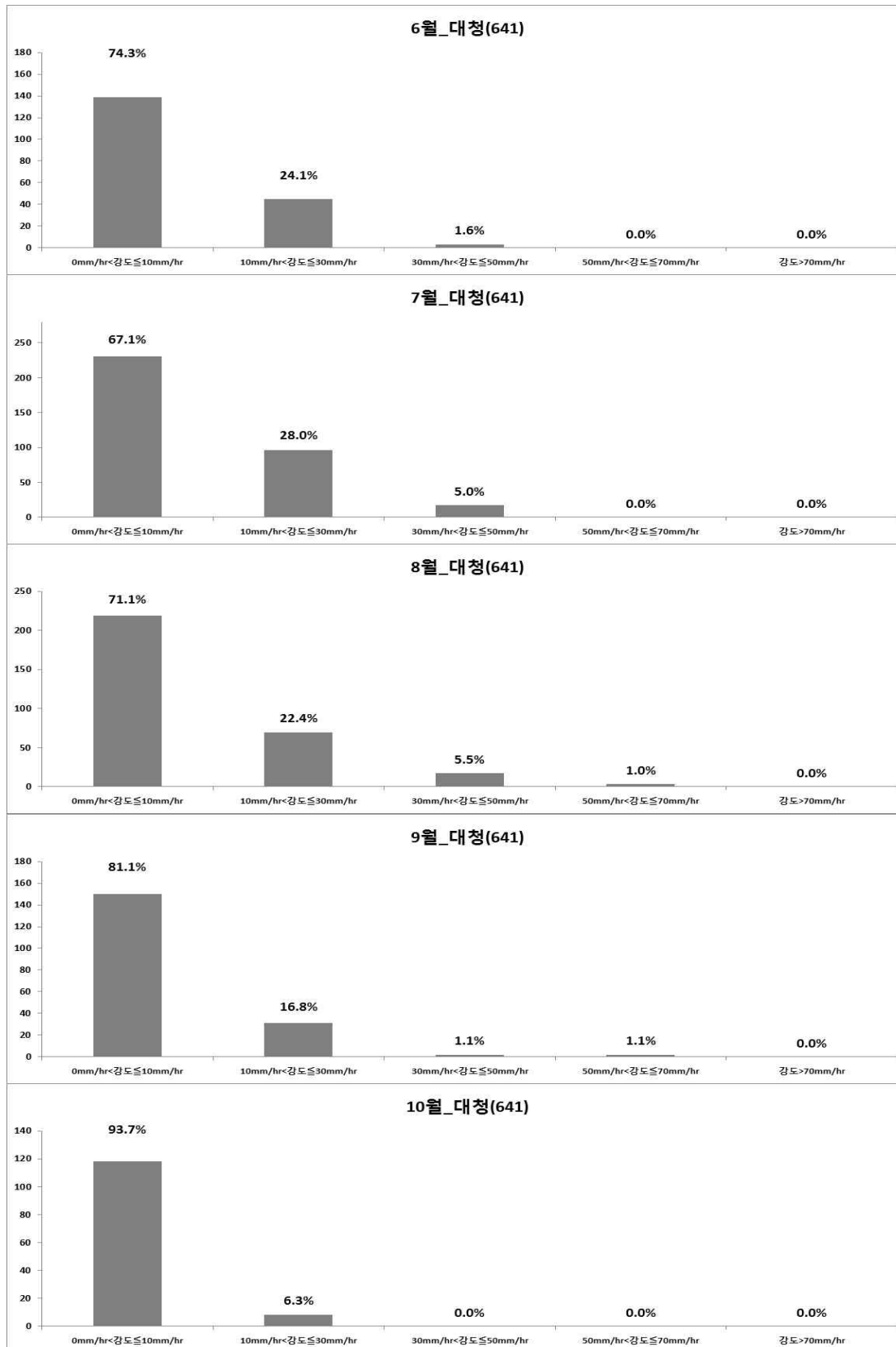


그림 2.48. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(대청)

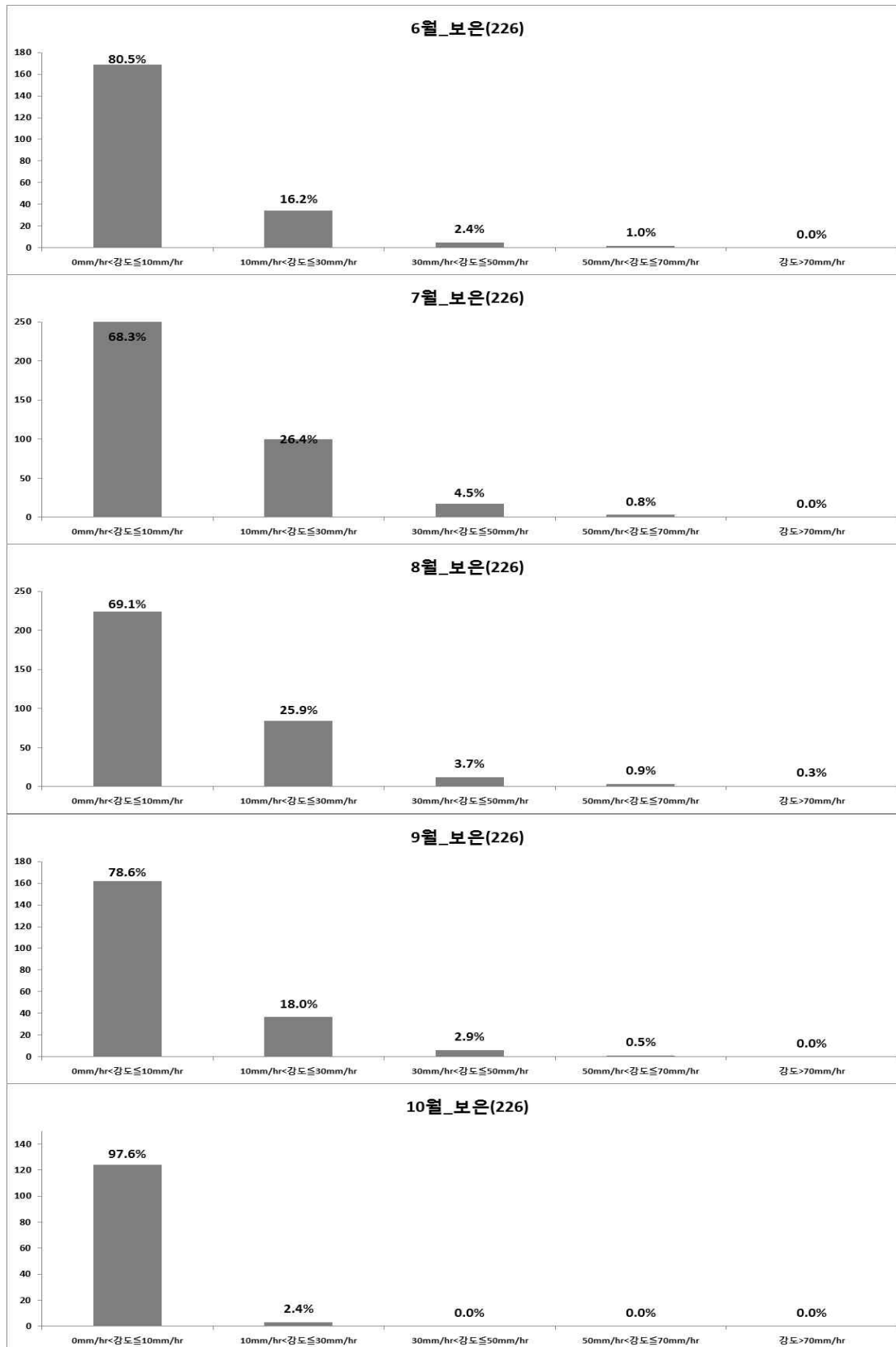


그림 2.49. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(보은)

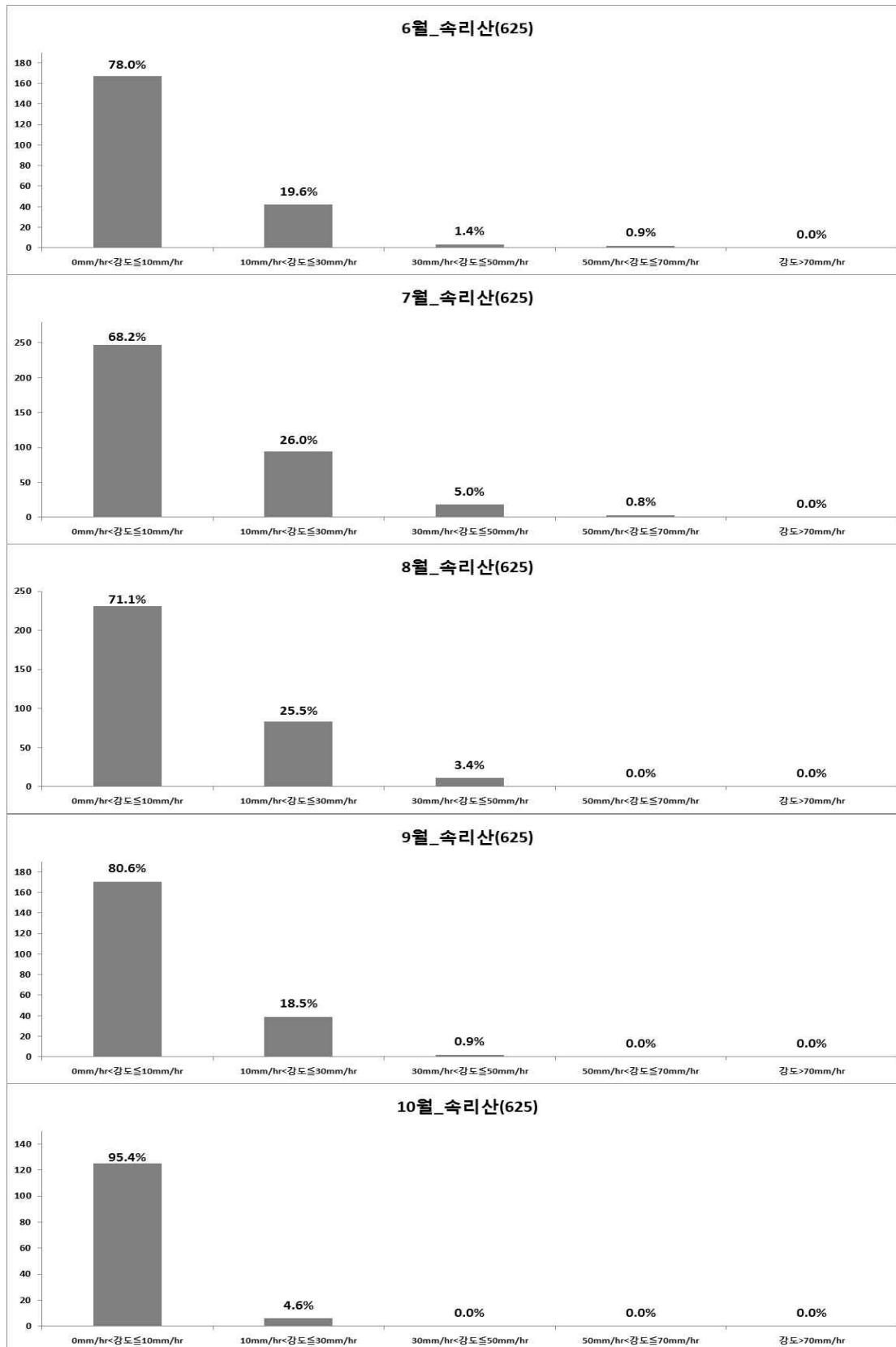


그림 2.50. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(속리산)

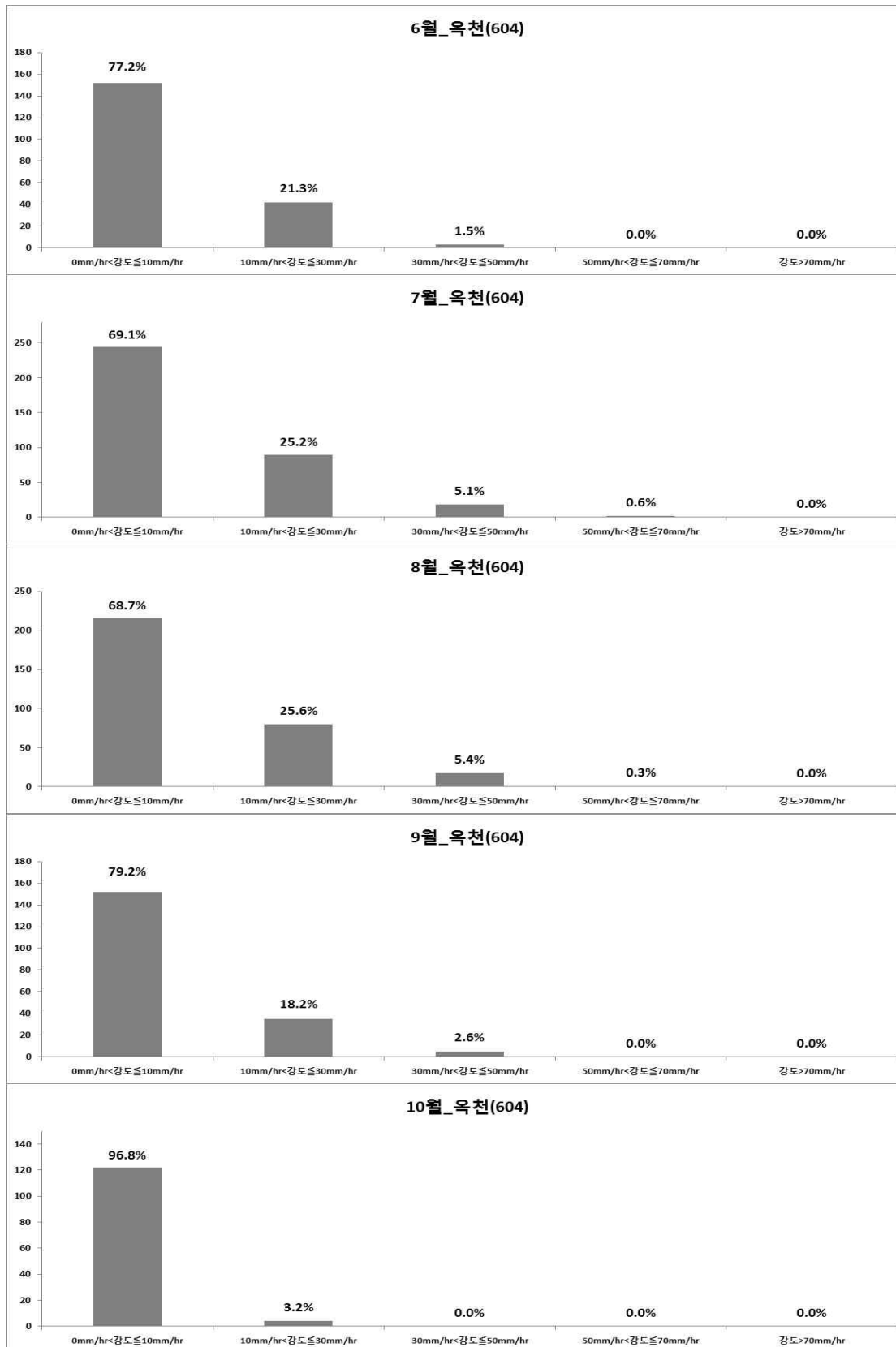


그림 2.51. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(옥천)

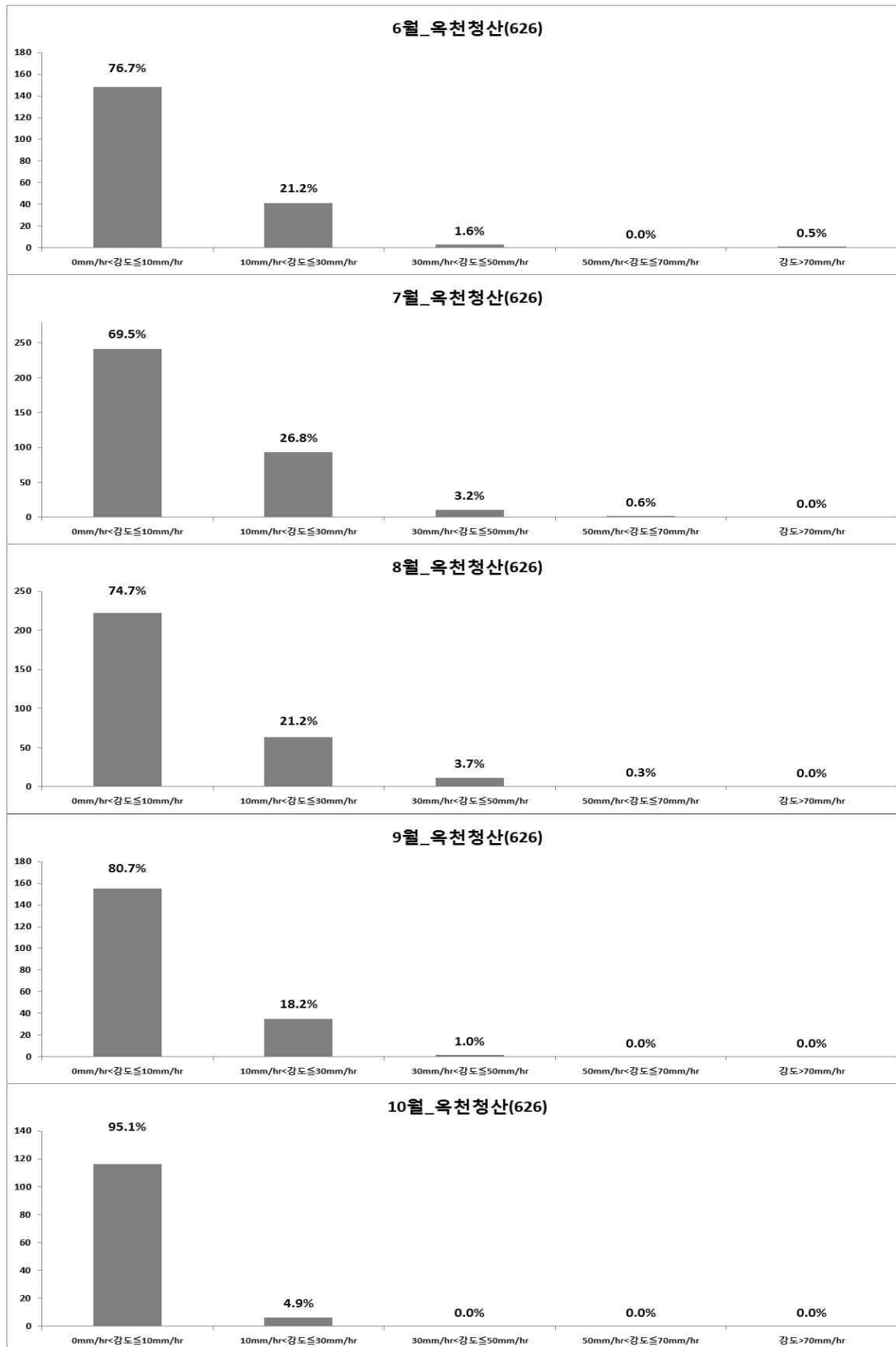


그림 2.52. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(옥천청산)

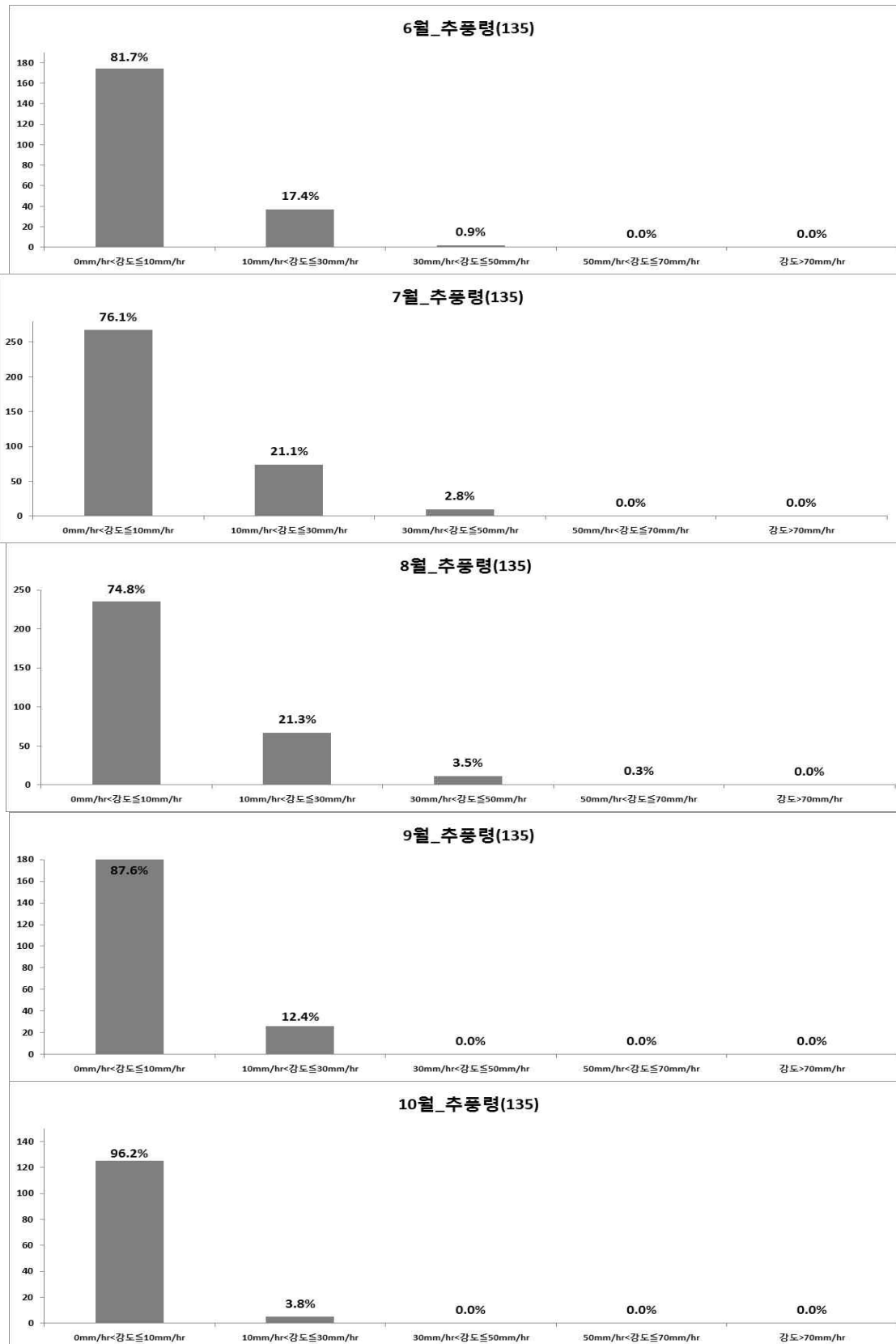


그림 2.53. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(추풍령)

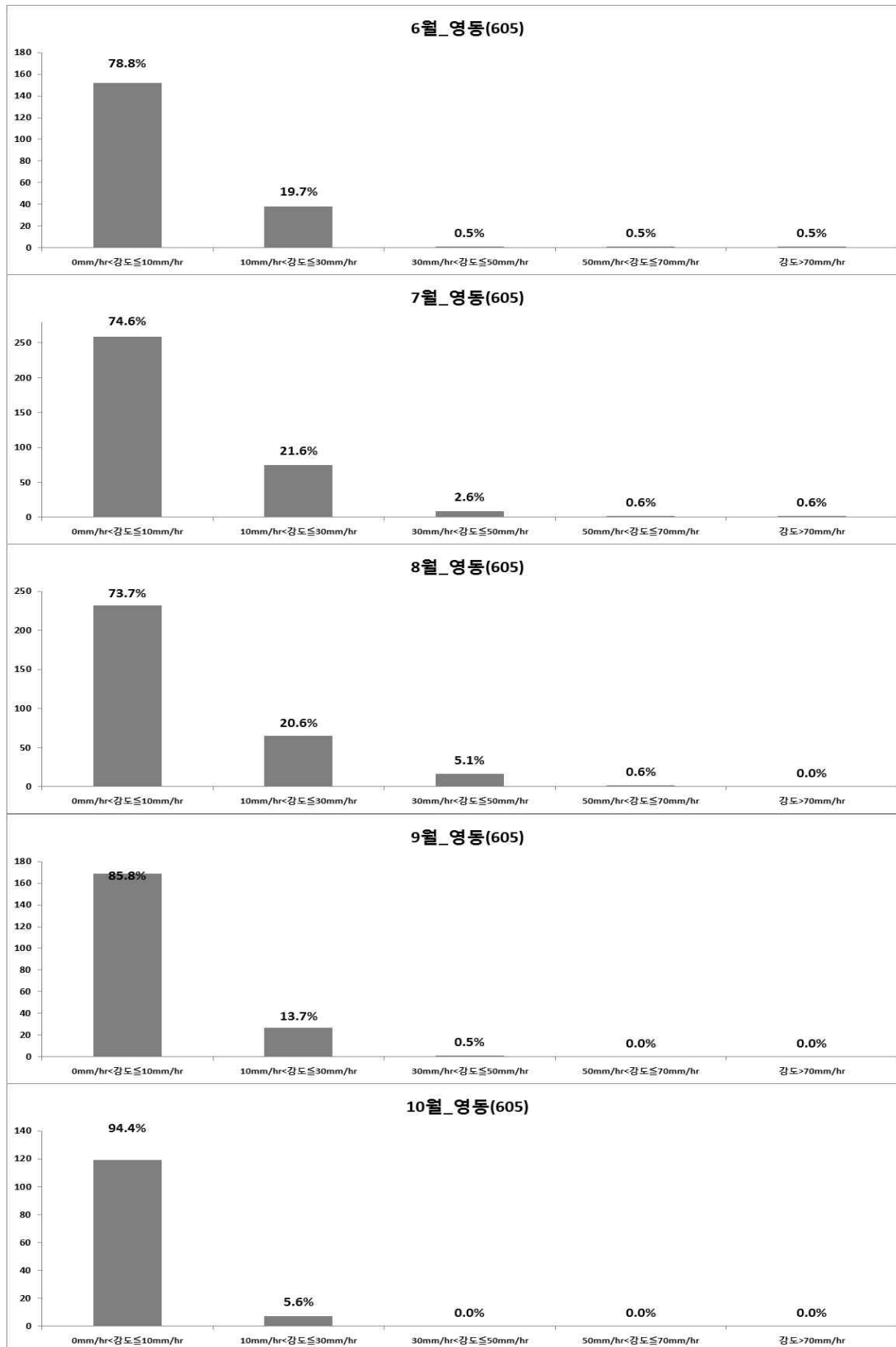


그림 2.54. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(영동)

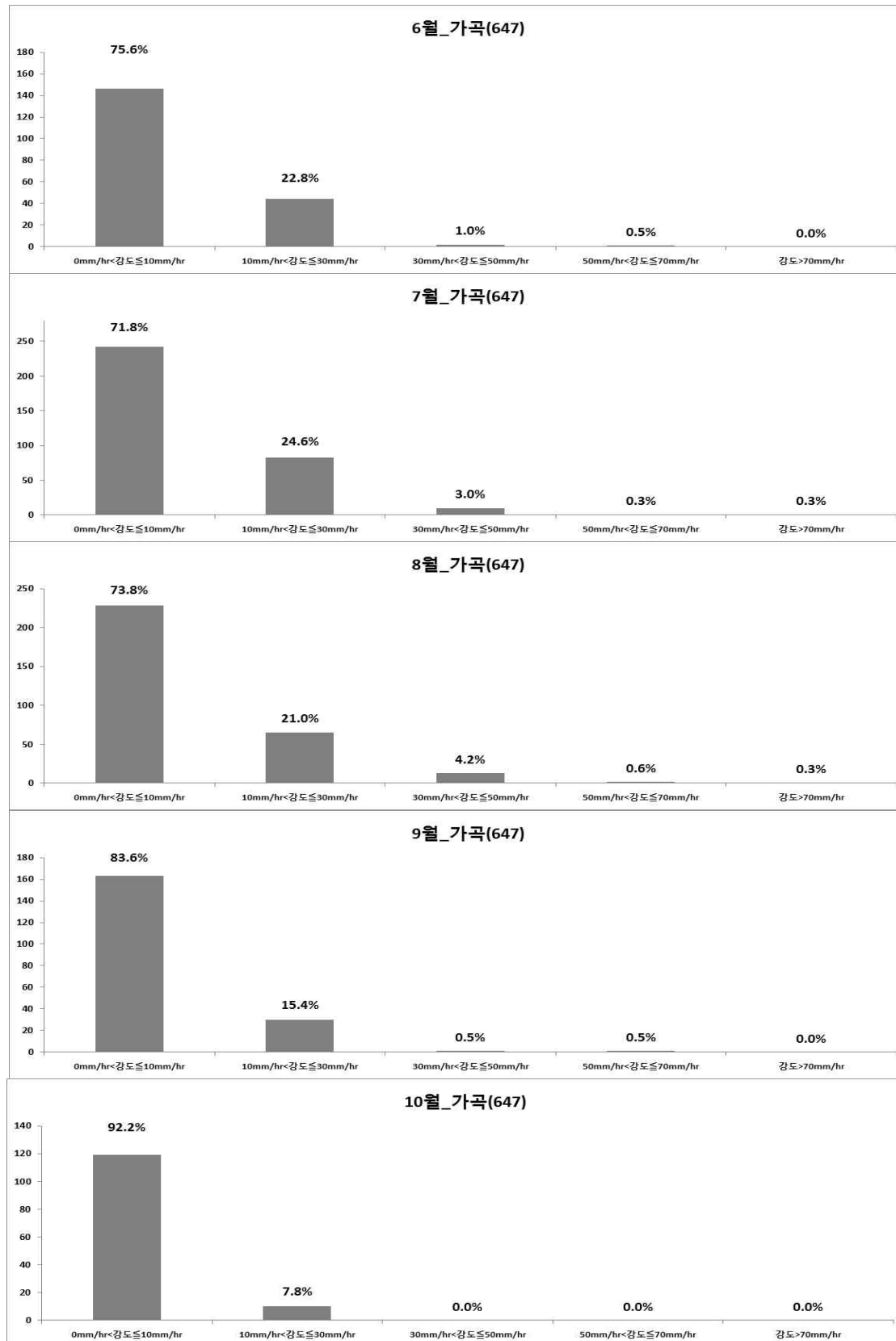


그림 2.55. 충북지역 월별 시간당강수량 발생 빈도(가폭)

3. 요약

- 6월 30mm/hr 이상의 강수는 충북 북부(단양, 제천, 충주, 음성, 진천)와 남부(보은)지역에서 2% 이상 발생함
- 6월 - 6월 50mm/hr 이상의 강수는 충북 남부(보은, 옥천, 영동)에서 1%내외로 가장 많이 발생함. 중부지역은 거의 발생 안함
- 7월 30mm/hr 이상의 강수는 충북 전역에서 4% 이상으로 발생함. 특히 중부(음성, 진천, 괴산)지역으로 6% 이상 발생
- 7월 - 7월 50mm/hr 이상의 강수사례는 충북 대부분 지역에서 발생했으며, 특히 중부(음성, 진천, 증평, 괴산, 청주)지역에서 1.5% 이상 발생
- 8월 30mm/hr 이상의 강수는 제천, 충주, 증평, 청주에서 6% 이상 발생했으며, 충북 전역(북동제외)에서 4% 이상 발생
- 8월 - 8월 50mm/hr 이상의 강수사례는 증평, 청주, 보은에서 1% 이상 발생
- 9월 30mm/hr 이상의 강수는 충북 대부분 지역에서 나타났으며, 특히 진천, 괴산, 보은에서 3% 내외로 많이 발생함
- 9월 - 9월 50mm/hr 이상의 강수사례는 노은, 대청에서 1% 이상 발생