



### 저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2012년 8월  
석사학위 논문

# 호남지역의 강수량 변화에 대한 시·공간적 특성 분석

조선대학교 대학원

대 기 과 학 과

임 상 철

2012년 8월

석사학위논문

호남지역의 강수량 변화에 대한 시·공간적 특성 분석

임상철

호남지역의 강수량 변화에 대한  
시·공간적 특성 분석

The Characteristics of Temporal and Spatial  
Change of Precipitation in Honam Region

2012년 8월 24일

조선대학교 대학원

대기과학과

임상철

호남지역의 강수량 변화에 대한  
시·공간적 특성 분석

지도교수    류   찬   수

이 논문을 이학석사학위신청 논문으로 제출함.

2012년    4월

조 선 대 학 교 대 학 원

대 기 과 학 과

임 상 철



# 목 차

List of Tables .....	iii
List of Figures .....	v
ABSTRACT .....	vii
제1장 서론 .....	1
제2장 자료 및 분석 방법 .....	3
제1절 자료 .....	3
제2절 분석 방법 .....	5
제3장 결과 .....	7
제1절 호우발생 종관패턴유형 .....	7
1. 북태평양 고기압 .....	7
2. 태풍 .....	7
3. 저기압과 장마전선 .....	8
제2절 강수량 변화 특성 분석 .....	10
1. 30년 및 연강수량 .....	10
가. Climograph .....	10
나. 연평균강수량 .....	12
2. 최다강수량 및 강수일수 .....	16

가. 연 최대강수량 .....	17
(1) 연 최대1시간강수량 .....	17
(2) 연 최대일강수량 .....	21
(3) 강수등급별 10년 단위 연평균강수량 순위 .....	26
나. 강수일수 .....	29
(1) 0.1 mm 이상인 경우 .....	30
(2) 10 mm 이상인 경우 .....	34
(3) 80 mm 이상인 경우 .....	38
(4) 150 mm 이상인 경우 .....	42
다. 강수지속일수 .....	45
(1) 강수지속일수 .....	49
(2) 강수지속일수 대비 강수량 .....	51
제3절 호남지역의 미래 강수량 변화 전망 .....	53
제4장 결론 및 제언 .....	59
참고문헌 .....	61

# List of Tables

Table 1. The current specification of KMA stations in Honam region. ....	4
Table 2. The monthly average temperature and precipitation data of climograph for the periods of 1973~2000 and 1981~2010 in Honam region. ....	11
Table 3. The decadal ratio of annual average precipitation with seasonal average precipitation during 1973~2010. ....	15
Table 4. The maximum and minimum annual average 1 hourly precipitation for each station during 1973~2010. ....	18
Table 5. Same as Table 4 except for daily precipitation. ....	22
Table 6. The regression equations of 1 hourly and daily precipitation for each station during 1973~2010. ....	25
Table 7. The ranks of decadal annual average precipitation and the periods to be occurred for each station since begun the observation. ....	26
Table 8. The maximum and minimum annual days and years to be occurred with precipitation ( $\geq 0.1$ mm) for each station during 1973~2011. ....	31
Table 9. The annual precipitation days and average amount of precipitation with precipitation ( $\geq 0.1$ mm) for each station during 1973~2011. ....	32
Table 10. Same as Table 8 except for $\geq 10$ mm. ....	35
Table 11. Same as Table 9 except for $\geq 10$ mm. ....	36
Table 12. The maximum annual days and years to be occurred with precipitation ( $\geq 80$ mm) for each station during 1973~2011. ....	39
Table 13. Same as Table 11 except for $\geq 80$ mm. ....	40
Table 14. Same as Table 12 except for $\geq 150$ mm. ....	42
Table 15. Same as Table 13 except for $\geq 150$ mm. ....	43
Table 16. The tendency of annual average days and amount of precipitation with 0.1 mm, 10 mm, 80 mm precipitation for each station during 1973~2011. ....	44
Table 17. The annual average wet days and amount of precipitation and these ratio for 9 consecutive days for each station during 1973~2011. ....	46
Table 18. The annual cumulative amount of precipitation for 10 consecutive wet	

days for each station during 1973~2011. ....	47
Table 19. The annual consecutive wet days for the period of 10 days for each station during 1973~2011. ....	49
Table 20. Same as Table 19 except for annual precipitation. ....	51

## List of Figures

Fig. 1. Distribution of stations in Honam region. ....	3
Fig. 2. Path of the typhoon (a) career passing through the southern coast or the east coast, (b) over the Yellow Sea south through the distant sea to the northward path, (c) through the sea southwest China, a path towards the northwest(Weather chart and Weather Analysis, 2006). ....	7
Fig. 3. By Changma front case. 2009.7.7.00 UTC; (a) surface weather chart, (b) precipitation procedure(850 divergence, equivalent potential temperature( $\geq 348$ ), the wind(+ 700), dewpoint depression( $\leq 4$ )), (c) 500 hPa vertical north-south divergence, 850 hPa convergence and (d) 500 hPa vertical east-west divergence, 850 hPa convergence. ....	8
Fig. 4. The montly average temperature and precipitation of climograph for the periods of 1973~2000 and 1981~2010 in Honam region. ....	10
Fig. 5. The annual average precipitation during 1973~2010. ....	12
Fig. 6. The seasonal average precipitation during 1973~2010; (a) spring, (b) summer, (c) autumn and (d) winter. ....	14
Fig. 7. The annual average 1 hourly precipitation during 1973~2010. ....	17
Fig. 8. The tendency of annual average 1 hourly precipitation of distribution chart for the periods of 1973~2010. ....	19
Fig. 9. Same as Figure 7 except for daily precipitation. ....	21
Fig. 10. Same as Figure 8 except for daily precipitation. ....	23
Fig. 11. The annual days to be occurred with precipitation ( $\geq 0.1$ mm) in Honam region during 1973~2011. ....	30
Fig. 12. The amount of annual days to be occurred with precipitation ( $\geq 0.1$ mm) for the periods of 1973~2011. ....	33
Fig. 13. Same as Figure 11 except for 10 mm. ....	34
Fig. 14. Same as Figure 12 except for 10 mm. ....	37
Fig. 15. Same as Figure 11 except for 80 mm. ....	38
Fig. 16. Same as Figure 12 except for 80 mm. ....	41

Fig. 17. The total wet days and amount of precipitation in Honam region during 1973~2011. ....	45
Fig. 18. The annual average wet days of ratio for 10 consecutive days during 1973~2011. ....	50
Fig. 19. The annual average wet days precipitation of ratio for 10 consecutive days during 1973~2011. ....	52
Fig. 20. The average annual precipitation change (%) of 1950-2099 compared with 1980-2009 average. RCP4.5 and RCP8.5 each blue and pink(National Institute of Meteorological Research, 2011). ....	54
Fig. 21. RCP4.5 scenario simulated by current climate of annual precipitation (mm day <sup>-1</sup> ) and future changes (%) distribution; (a) Present (1980~2009), (b) The early 21st century(2020~2049) and (c) The late 21st century (2070~2099) (National Institute of Meteorological Research, 2011). ....	55
Fig. 22. Same as Figure 21 except for RCP8.5 (National Institute of Meteorological Research, 2011). ....	55
Fig. 23. Same as Figure 20 except for (a)spring, (b)summer, (c)autumn and (d)winter (National Institute of Meteorological Research, 2011). ....	56
Fig. 24. RCP scenario simulated by current climate of seasonal precipitation (mm day <sup>-1</sup> ) and future changes (%) distribution; (a)RCP4.5 spring, (b)RCP8.5 spring, (c)RCP4.5 summer, (d)RCP8.5 summer, (e)RCP4.5 autumn, (f)RCP8.5 autumn, (g)RCP4.5 winter and (h)RCP8.5 winter (National Institute of Meteorological Research, 2011). ....	58

# ABSTRACT

## The Characteristics of Temporal and Spatial Change of Precipitation in Honam Region

Lim Sang-Chul

Advisor : Prof. Ryu, Chan-Su, Ph.D.

Department of Atmospheric Science,

Graduate School of Chosun University

The climate of the Honam area is warmer than the Korean average. In particular, the Jeonbuk area has insufficient water resources as its annual precipitation does not reach the Korean average; Mangyeong River and Dongjin River basins in the area are short; and the area lacks fresh water facilities. In addition, the area has the greatest number of fishery workers and farmlands in Korea. Therefore, it is easily affected by significant weather. Studies are required to take action to the climate change, especially the ones on the precipitation to take advantage of the water resources that is essential for the living activities.

In this study, the temporal and spatial precipitation changes during the period from 1973 to 2011 were analyzed for eight stations in Jeollanam-do (Goheung, Gwangju, Mokpo, Yeosu, Wando, Jangheung, Juam and Haenam) and six stations in Jeollabuk-do (Gunsan, Namwon, Buan, Imsil, Jeonju and Jeongeup), and the characteristics of the precipitation were determined via the statistical and regression analysis.

In the Honam area, the annual average precipitation increased by 35 mm, and the precipitation in summer compared with the total precipitation increased by 1.75%, which indicated that the precipitation was becoming intensive in summer.

The annual maximum 1-hour precipitation increased across all areas except for Wando, and the increase was the most significant in Juam, Jangheung and Goheung, which are located along the south coast. The annual maximum daily

precipitation also increased in most Honam areas. The increase was especially significant in Imsil, Namwon and Juam. It decreased in the southwest coast area.

All of the 0.1-, 10-, 80-, and 150-mm precipitation days increased in most areas. The increase was higher than the average of Honam area in Wando, Juam, Gunsan, Jeonju and Jeongeup.

The continuous days of precipitation was 1 day to 10 days in that order, but the corresponding precipitation was highest for 2 days, followed by 3 days, 1 day and 4 days in that order, except for Gwangju, Jangheung, Jeonju, Buan, Imsil and Jeongeup.

In the RCP4.5 (540 ppm) scenario according to the expected change in the precipitation in Korea, the precipitation of 2070-2099 is expected to increase from the average values of 1971-2000 by 17.3%. In the RCP8.5 (940 ppm), it is expected to increase by 20.4%. Because the increase in the precipitation is significant in the south coast and mid-west area, it is expected that the increase will be higher in the south coast area than other areas.

The results of this study provide the statistical analysis of the annual and seasonal precipitation changes by area to establish the efficient water resource management system according to the climate change, and to prepare the disaster prevention plans suitable for each region according to the changes in the seasonal precipitation difference and climate extreme events.

## 제1장 서론

기후학자들은 향후 온실가스의 증가로 지구온난화가 가속화되고, 이로 인한 기상 이변이 발생하고 집중호우 및 가뭄의 강도가 강해질 것이며, 그 발생빈도도 증가하게 될 것이라고 예측하고 있다. 한 예로, 2000년대 들어 4등급 이상의 강한 태풍의 빈도와 지속시간 그리고 강도가 계속 증가하고 있으며, 이런 증가현상은 화석연료 배출에 따른 지구온난화의 영향으로 보는 견해가 지배적이다(Webster et al., 2005 ; Emanuel, 2005).

현재 지구온난화에 인간 활동이 영향을 미치고 있다는 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change)에서 2007년에 보고된 IPCC 4차 기후변화 평가 보고서에서도 지난 100년(1906~2005년)동안 전 지구평균 온도가 0.74℃ 상승하였고, 이 중 가장 따뜻했던 해 12회 중 최근 12년 동안에 11회가 발생한 것으로 지적되었다. 이러한 온난화 현상으로 미래에는 폭염과 집중호우 등 재해기상의 강도가 높아지고 그 빈도수도 증가하며, 태풍과 허리케인 같은 열대폭풍은 열대 해수면온도 상승과 더불어 그 위력이 강화될 것으로 전망하고 있다. 특히 지구온난화에 의한 기온과 수온의 상승은 고위도로 갈수록 훨씬 더 커지고 있어, 중위도에 위치한 한반도에서 그 영향은 미래에 더욱 커질 것으로 예상된다. 이로써 지구온난화와 연관된 기후변화 문제는 대기과학자들의 과학적 탐구심을 넘어, 국가경제와 일상생활에까지 그 영향력을 확장하고 있다(IPCC, 2007).

그러나, CO<sub>2</sub> 배출량의 증가로 인한 지구온난화의 현상에 대해 회의적인 시각도 있다. 기후변동은 태양의 활동(태양활동의 변동주기는 87년과 210년인데 이들을 인수로 하는 1470년이 태양활동의 주기에 의한 기후변동이라고 함)에 의해 1500년 주기로 변화해 왔으며, 장주기적으로 CO<sub>2</sub> 배출량과는 크게 상관관계가 없다는 것이다. 이는 1984년부터 부각되기 시작한 단스고르와 외수거 두 과학자의 발견을 통해서 알 수 있는데, 이 발견들은 자연적인 1500년 기후 변동주기를 뒷받침하는 과학적 증거들이다. 이 증거들은 아이슬란드와 남극 보스토크 빙하에서 1987년에 추출된 빙하 코어들이 40만년동안 기후가 1500년 주기로 변해왔다는 것을 보여주고, 빙하코어들과 빙하들이 차지하고 있던 면적 변화와도 상관관계를 보였다는 것이다. 또한, 해저에서 끌어올린 침전물, 동굴석순, 꽃가루화석, 인간들의 거주지와 농경지의 이동의 증거들이 이를 뒷받침하는 과학적 증거들로 제시되었다(Dansgaard et

al., 1984).

하지만, 기후변화의 원인이 무엇이든지간에 현재 지구의 기후는 변화하고 있으며, 이에 대한 기후가 변화하는 것에는 인류에게 악영향만 있는 것이 아니라 이로인 영향도 분명 존재한다. 인류의 기술은 지속적으로 발달하고 있고, 그 대처 능력이 향상되고 있기 때문에 현재 기후변화에 대한 연구가 필요하며 생명활동에 필수적인 수자원을 활용하기 위해 강수에 대한 연구가 필요한 것이다.

한반도는 연강수량의 계절별 편차가 크고, 지역에 따라 차이가 심하기 때문에 홍수나 가뭄의 기상재해가 빈번하게 발생하고 있으며, 그 피해규모와 파괴력 또한 갈수록 강해지고 있는 추세이다. 여름철에는 연강수량의 60% 이상이 집중되므로 이 기간의 강수량에 대한 수자원 활용은 중요한 사안으로 인식되고 있다.

최근 한반도의 강수량의 변화는 주목할 만한 패턴을 보이고 있다. 국립기상연구소(2010)가 1912년부터 2008년까지 100여 년 동안 목포 등 전국 6개 관측지점에서 집계한 연 평균 강수량은 최소 712 mm에서 최대 1929 mm까지로 변동성이 매우 큰 것으로 나타났다. 특히 20세기 초 10년에 비해 최근 10년의 강수량은 무려 19%(220 mm)나 증가했다. 지구온난화에 따라 강수량은 지역에 따라 증가 또는 감소 경향을 보이고 있으나 대체적으로 강수강도는 점차 커지고 있는 추세를 보이고 있다.

현재 발생하고 있는 강수의 기본적인 특성과 앞으로 발생할 강수량에 대한 분석이 중요하며 특히 우리나라와 같이 홍수 및 가뭄과 같은 강수와 관련된 재해가 많은 경우 실제로 발생한 강수현상에 대한 강수자료의 통계적 분석이 체계적이고 총체적으로 요구된다.

호남지역에서는 한반도에서 전국평균보다 온난한 기후를 보이고 있으며, 전북지역은 연강수량이 1361.5 mm로 전국평균에 미치지 못하고, 만경강과 동진강은 길이가 짧고 담수시설이 부족하여 수자원이 풍부하지 못하다. 또한, 전국적으로 어업인구와 농경지가 가장 많은 곳이기 때문에 악기상이 발생했을 경우 생업에도 큰 타격을 입기 쉽다.

본 연구에서는 호남지역에서 관측된 1973~2011년 동안의 강수량 자료를 바탕으로 호남의 지역별 연 및 여름철 강수량의 변화를 보다 객관적으로 분석하여 기후변화에 따라 효과적인 수자원 관리체계 구축 및 강수량의 계절편차 변화와 일강수강도의 증가에 따라 발생할 수 있는 자연재해에 대해 각 지역의 특성에 맞는 방재대책의 수립에 도움이 되고자 한다.

## 제2장 자료 및 분석 방법

### 제1절 자료

본 연구는 최근 39년(1973~2011년)동안 전라남도의 8개 지점(고흥, 광주, 목포, 여수, 완도, 장흥, 주암, 해남), 전라북도의 6개 지점(군산, 남원, 부안, 임실, 전주, 정읍)의 일강수량 자료를 사용하였다.

Fig. 1은 호남지역에서 분석한 지점의 위치를 나타낸 것이며, Table 1에서는 이 관측소들의 지점 번호, 경·위도, 해발고도, 관측시작년도, 주소지를 관측번호 내림차순으로 정렬하였다.

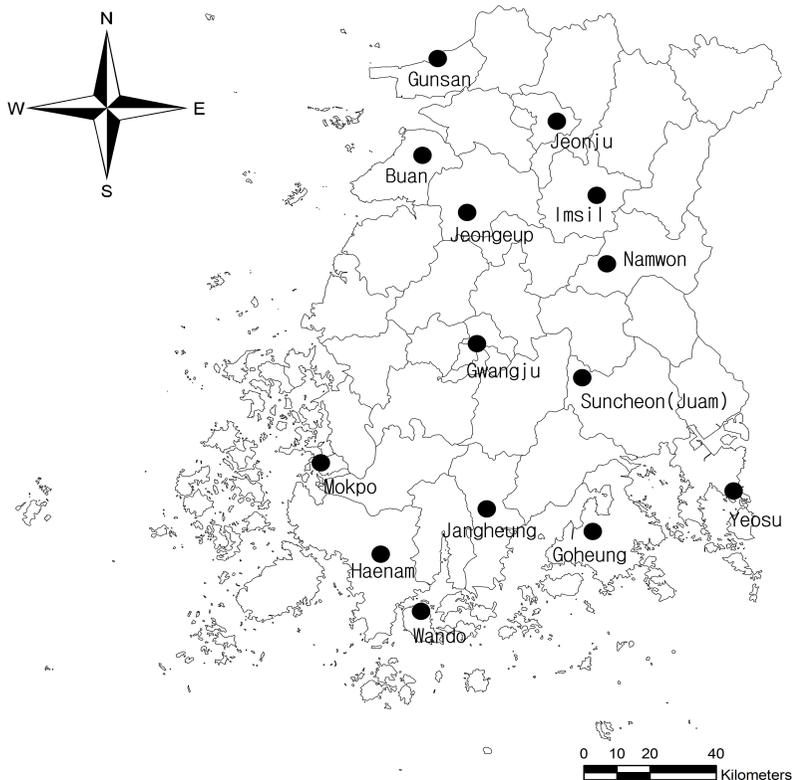


Fig. 1. Distribution of stations in Honam region.

분석 지점과 기간을 선정한 기준은 1971년 이전부터 관측을 시작한 지점을 대상으로 14개 관측소를 선별하였고, 이 관측지점에서 공통적으로 신뢰할 만한 관측이 이루어졌다고 판단되는 1973년부터 분석기간을 설정하였다.

Table 1. The current specification of KMA stations in Honam region.

No	Station	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Elevation (m)	Start of observation (year)	Address
140	Gunsan	36°00 ′	126°45 ′	26.9	1968	Naeheung-dong, Gunsan, Jeonbuk
146	Jeonju	35°49 ′	127°09 ′	61	1918	Namnosong-dong, wansan, Jeonju, Jeonbuk
156	Gwangju	35°33 ′	126°45 ′	74.5	1938	Unam-dong, buk-gu, Gwang-ju
165	Mokpo	34°49 ′	126°22 ′	37.4	1904	Yeonsan-dong, Mokpo, Jeonnam
168	Yeosu	34°44 ′	127°44 ′	73.3	1942	Goso-dong, Yeosu, Jeonnam
170	Wando	34°33 ′	126°42 ′	27.7	1971	Gunoe-myeon, Wando, Jeonnam
243	Buan	35°43 ′	126°42 ′	3.6	1969	Haengan-myeon, Buan, Jeonbuk
244	Imsil	35°36 ′	127°17 ′	248.7	1969	Imsile-up, Imsil, Jeonbuk
245	Jeongeup	35°33 ′	126°51 ′	39.5	1969	Sang-dong, Jeongeup, Jeonbuk
247	Namwon	35°24 ′	127°19 ′	93.5	1971	Daesan, Namwon, Jeonbuk
256	Juam	35°04 ′	127°14 ′	74.4	1971	Seungjue-up, Suncheon, Jeonnam
260	Jangheung	34°41 ′	126°55 ′	44.5	1971	Jangheunge-up, Jangheung, Jeonnam
261	Hanam	34°33 ′	126°34 ′	4.6	1971	Haename-up, Haenamgun, Jeonnam
262	Goheung	34°37 ′	127°16 ′	53.3	1971	Goheunge-up, Goheung, Jeonnam

미래 강수량 변화전망으로 2013~2014년 발간 예정인 IPCC 제5차 기후변화 평가 보고서를 위하여 표준 온실가스 시나리오를 대표농도경로(RCP, Representative Concentration Pathway)로 새롭게 선정한 자료를 사용한 기후변화 시나리오 보고서를 사용하였다(국립기상연구소, 2011). 4종의 RCP 중 RCP8.5, RCP4.5 온실가스 시나리오에 대해서 2100년까지 미래기후변화 시나리오를 산출하여 대기 중 온실가스농도에 따라 미래 강수량이 어떻게 변화될 것인지에 대한 전망을 분석하였다.

## 제2절 분석 방법

본 연구에서는 호남지역에서 나타나는 강수패턴의 유형을 고기압의 가장자리, 저기압, 태풍 등의 호우패턴에 대해 일기도자료와 웹기반기상분석시스템(WEBFAS, Web based Forecast's Analysis System) 자료를 이용하여 정리하였다.

Climograph에 의한 평균기온과 강수량 월별 평균값을 기후그래프로 작성하여 평년대비 강수량변화를 분석하였다. 또한 1973년부터 2010년까지의 호남지역 평균의 연과 계절 강수량의 아노말리를 구하여 변화추세를 선형회귀분석으로 나타내었고, 이와 함께 연 평균 대비 각 계절 강수량의 비율변화를 비교하여 평년 강수량의 계절편차를 분석하였다.

연 최대1시간강수량은 1년 중 시간당 강수량이 극대를 보인 수치를 그래프로 표현하였으며, 선형분석으로 증감추세를 분석하였다. 연 최대일강수량은 강수가 없는 시간도 포함하여 연속되는 24시간 내의 총강수량에서 년 단위로 극값을 그래프로 표현하였으며, 선형분석으로 증감추세를 공간적 분포로 나타내었다.

다음으로, 0.1 mm 이상의 일강수량을 가진 강수일을 강수사상으로 정의하고, 10 mm 이상의 일강수량을 전선이나 종관 저기압과 연관되었다고 기준을 정하였다. 또한, 집중호우는 일반적으로 명확한 정의는 명시되어 있지는 않지만 80 mm이상의 비가 내릴 때를 집중호우라 정하였고, 매우 강한 강도의 강수를 150 mm로 보아 각각 0.1 mm, 10 mm, 80 mm, 150 mm이상인 강수일수를 기준으로 그래프 및 분포도를 작성하여 각 기준에 따라 규모와 변화추세를 분석하였다.

강수지속일수는 일강수량이 0.1 mm이상인 날이 지속되는 기간을 일수단위로 표현한 것인데, 호남지역에서 발생한 강수지속일수를 1일부터 10일 이상 강수지속일수까지 최근 1973년부터 2011년까지의 39년간 총 빈도수와 강수량총계를 호남지역 통계와 각 지역별 값을 그래프와 지도상에 나타내어 전체 강수일수 대비 각각의 지속일수를 비율로 나타내었다.

미래기후변화 시나리오는 'IPCC 5차 평가보고서 대응을 위한 기후변화 시나리오 보고서 2011'을 참고하여 대표농도경로인 RCP4.5와 RCP8.5 시나리오 상의 연과 계절의 미래 강수량 변화전망을 예측하였다.

## 제3장 결과

### 제1절 호우발생 종관 패턴 유형

한반도에서 주로 나타나는 강수패턴은 고기압의 가장자리, 저기압, 태풍 등으로 호우 패턴을 구분할 수 있다(이우진, 2006).

#### 1. 북태평양 고기압

한반도에 영향을 주는 북태평양 고기압은 8월까지 점차 고기압의 위치가 북상한다. 특히 7월에 가장 서쪽에 위치하며 8월에는 가장 북쪽에 위치하는 것으로 보인다. 그러나 7월에서 8월로 가면서 뚜렷한 동진 경향을 보이며, 8월에서 10월 사이에는 이 고기압이 점차 남하한다(전수경, 1999).

주로, 여름철에 영향을 주는 고온 다습한 북태평양 고기압이 확장하거나 수축하는 과정 중에 호남지역이 그 가장자리에 놓이게 되면, 남쪽으로부터 다량의 온난 습윤한 공기가 유입이 된다. 이 공기는 불안정한 연직 구조를 가진 기단으로부터 기인한 것으로, 호남지역에 도달한 후 적절한 활성화 메커니즘이 작동하면 지속적으로 많은 비가 오는 원인이 된다. 주로 남서-남동풍을 맞는 서쪽과 남해안지역이 호우 다발지역이 되고 있다.

또한, 북태평양 고기압 연변에서의 강수 패턴은 장마초기에는 적도에서 동진한 지역에서 주로 대류에 의한 강수가 우세하며, 장마기에는 convection에 의한 강수는 미소하나 microphysics에 의한 강수가 지배적이다. 비장마기에 우리나라 및 대다수의 지역은 microphysics에 의한 강수가 지배적이며, 태풍의 북상으로 인한 다량의 수증기의 이류가 나타난다(윤홍주, 2002).

#### 2. 태풍

태풍에 의한 강수는 여름철 북태평양 고기압이 서쪽으로 확장할 때 그 남단을 따라 태풍이 중국으로 상륙하고, 점차 세력이 약화되면 편서풍과 상호작용하여 온대 저기압으로 변질된다. 이 과정에서 통상 북태평양 고기압은 다소 약화되며, 변질된 온대저기압이나 기압골이 다량의 수증기를 가지고 한반도로 진입하면서 마치 장마

전선이 재형성되는 모양을 보인다.

한편, 태풍의 직접적인 영향권에 들어서게 되면 태풍의 눈 외벽에 발달한 나선형 강수띠가 지나가는 곳에서 비가 많이 내리는데, Fig. 2와 같이 태풍의 진로에 따라 주 강수구역이 다르게 나타난다. Fig. 2 (a)와 같이 태풍이 남해안에 상륙한 후, 북서진하여 동해로 빠져나가는 진로 상에 놓이게 될 때 호남지역에 큰 강수가 나타나게 된다.

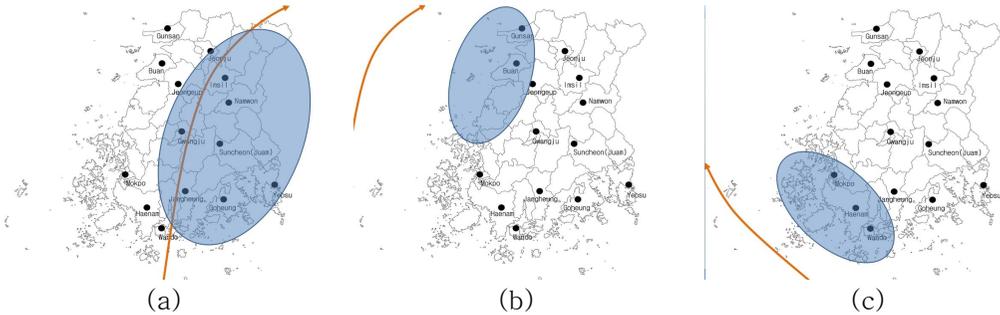


Fig. 2. Path of the typhoon (a) career passing through the southern coast or the east coast, (b) over the Yellow Sea south through the distant sea to the northward path, (c) through the sea southwest China, a path towards the northwest(Weather chart and Weather Analysis, 2006).

### 3. 저기압과 장마전선

저기압 통과에 의한 강수는 저기압이 통과하여 많은 비가 오는 전형적인 경우이지만 강수는 24시간 이상 지속되지 않는 것이 보통이다. 그러나 여름철 장마전선에서 발달한 중규모 저기압이나 태풍의 영향을 받는 경우에는 보다 많은 강수가 나타나는 경우도 있다. 이 저기압이 한반도의 서쪽을 지나면 전국적으로 많은 비가 내리고, 좀 더 남쪽으로 내려오면 남해안지역이 주 강수지역이 된다. 뒤집혀진 기압골형, 장마전선형, 절리저기압형 등 특별한 기압패턴이 나타날 때에는 강수 현상이 수일 이상 지속되기도 한다.

장마전선의 위치에 따라 나타나는 강수분포의 특성은 전선이 북위 30도 이북에 있는 경우 전선에 가까운 지역에서 최대강수량이 나타났으며 이들 지역은 한반도의 다우지역과 일치한다. 특히, 전선이 33~35도에 위치할 경우 남해안에 최대강수량이 나타난다(박병익, 2003).

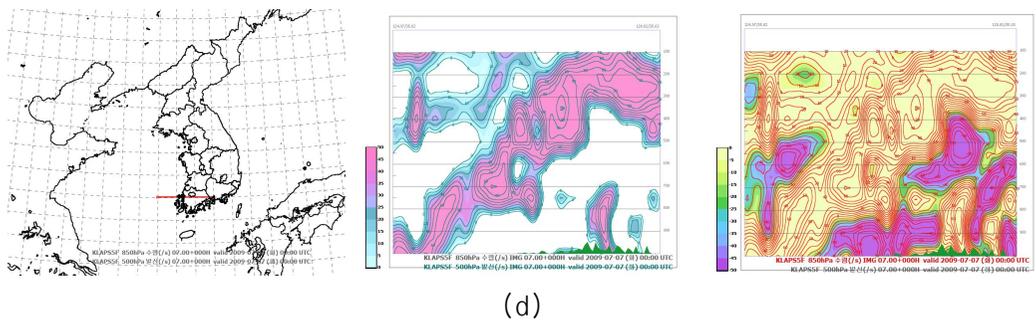
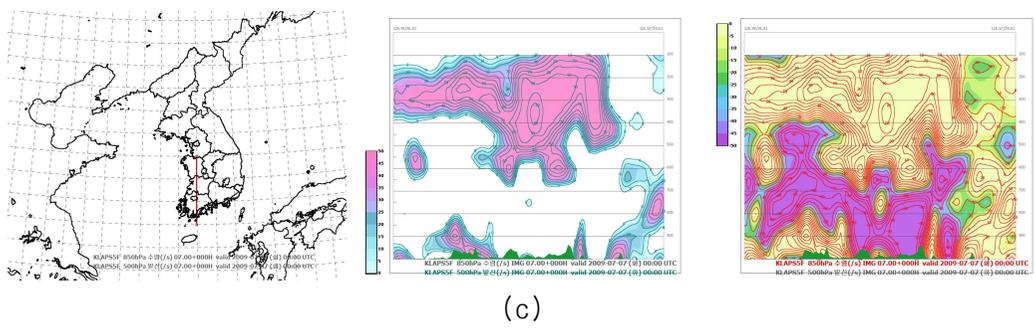
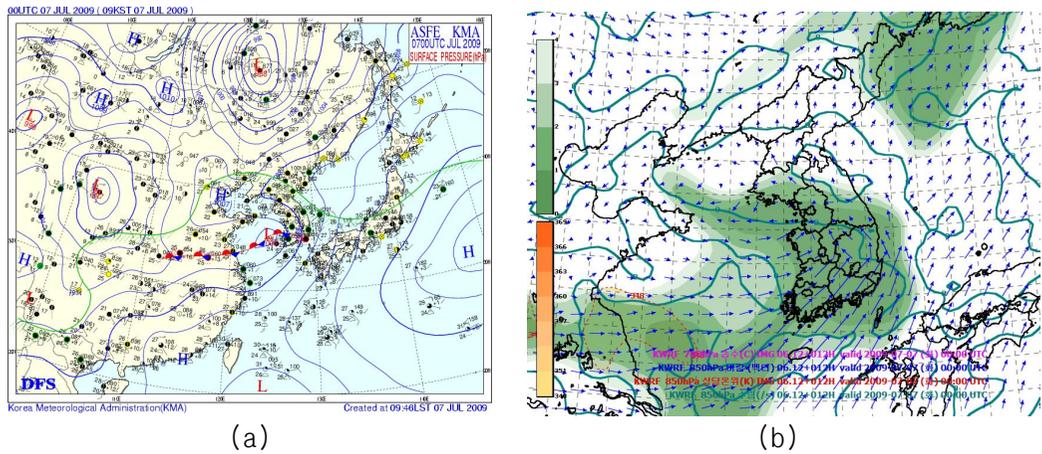


Fig. 3. By Changma front case. 2009.7.7.00 UTC; (a) surface weather chart, (b) precipitation procedure(850 divergence, equivalent potential temperature( $\geq 348$ ), the wind(+ 700), dewpoint depression( $\leq 4$ )), (c) 500 hPa vertical north-south divergence, 850 hPa convergence and (d) 500 hPa vertical east-west divergence, 850 hPa convergence.

Fig. 3는 2009년 7.7~7.8일 기간 중 장마전선의 영향으로 형성된 강한 비구름대로 전남 나주·화순·신안 지역에 최대 312.5 mm(누적), 시간당 최대강수량이 107 mm의 기록적 집중호우가 발생한 사례이다.

지상일기도(Fig. 3 a)를 보면, 장마전선 상에서 발달하는 서쪽 저기압의 영향으로 장마전선이 중국에서 내려온 저기압과 만나면서 세력이 커져 집중호우가 발생하였다. 이는 중국 중부내륙에서 저기압이 발달하면서 중국에서 서해상으로 형성되는 장마전선과 함께 북동진해서 우리나라에 영향을 주었다. 북태평양고기압에서 공급되는 수증기와 그 고기압의 가장자리를 따라 대만 부근의 열대저압부(TD)로부터 많은 수증기가 장마전선으로 공급되면서 강한 비구름대가 만들어지게 되었고, 상층에는 발산이, 하층에는 수렴이 대칭을 이루어 연직상승을 강화시켰다(Fig. 3).

## 제2절 강수량 변화 특성 분석

### 1. 30년 및 연강수량

#### 가. Climograph

Climograph란 어느 지점의 습구온도와 습도(또는 기온과 습도)의 월별 평균값을 각각 직교선상에 나타내어 그것을 순서대로 연결한 폐다각형의 기후도이다. 기후의 특성을 일목요연하게 볼 수 있도록 각종 기후도와 기후 그래프로 작성된 것이며 호주의 테일러(Griffith Taylor)가 창안한 그래프이다. 본 연구에서 구성한 Climograph는 호남지역의 평균기온과 강수량 월별 평균값을 기후그래프로 작성한 것이다.

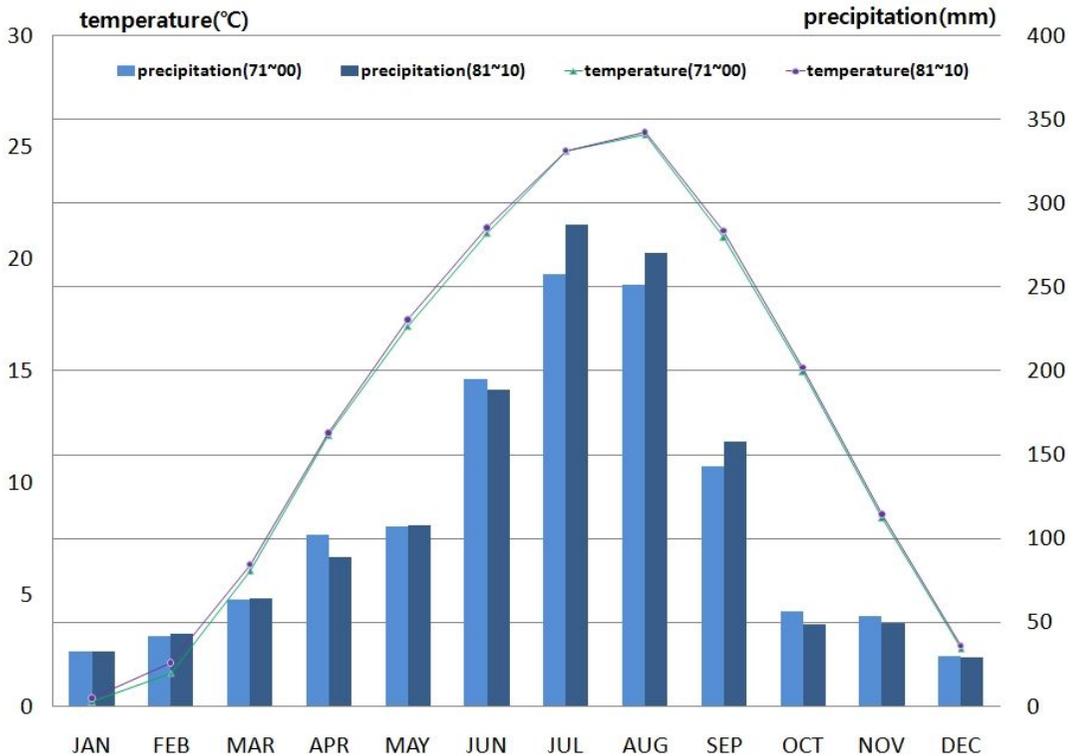


Fig. 4. The montly average temperature and precipitation of climograph for the periods of 1973~2000 and 1981~2010 in Honam region.

Table 2. The monthly average temperature and precipitation data of climograph for the periods of 1973~2000 and 1981~2010 in Honam region.

Month	Element	Average temperature		Precipitation	
	Year	1973~2000	1981~2010	1973~2000	1981~2010
JAN		0.199	0.337	32.290	32.474
FEB		1.489	1.926	41.740	43.350
MAR		6.034	6.327	63.745	64.196
APR		12.104	12.214	102.145	88.630
MAY		16.988	17.268	106.873	108.132
JUN		21.157	21.402	194.696	188.977
JUL		24.826	24.844	257.611	287.269
AUG		25.547	25.649	251.351	270.145
SEP		20.966	21.259	143.090	157.950
OCT		14.963	15.134	56.354	48.978
NOV		8.410	8.572	53.627	49.494
DEC		2.567	2.693	29.557	29.177

Fig. 4는 호남지역의 기온과 강수의 기후값을 표현한 Climograph이다. 이 그래프는 각 관측소의 14개 지점의 관측자료를 분석하여 1971~2000년과 1981~2010년의 평년값을 월별로 통계 분석하였다. Fig. 4에서 보면 호남지역에서 전체적인 평균기온상승이 나타났고, 7, 8, 9월에는 강수량이 증가, 4월에는 강수량이 감소하였다.

Fig. 4의 자료를 정리하면 Table 2와 같다. 최근 평년 연강수량은 전 평년값인 1333.08 mm 비해 약 35 mm 증가한 1369.77 mm로 나타났다. 그 중 여름철 강수량은 1973~2000년에 703.66 mm에서 최근 평년값이 42.73 mm만큼 상승하여 전 평년에 비해 106.07%로 크게 상승한 746.39 mm로 나타났다. 이는 연평균 평년강수량의 증가 폭 대비 1.75% 상승한 것이기 때문에 여름철에 강수가 집중되는 경향이 커지고 있다고 볼 수 있다. 한편, 4월의 강수량은 102.15 mm에서 전 평년대비 13.52 mm만큼 감소한 88.63mm(86.77%)를 기록하였다. 따라서 봄철과 여름철의 강수비율편차가 큰 폭으로 증가했음이 분석되었다.

## 나. 연강수량변화

우리나라의 과거 100년간 연평균 강수량의 범위는 700~1800 mm이고 비교적 습윤한 지역에 속한다. 하지만 강수의 계절적 분포와 강수 유형이 다양하고 지역적 차이가 크며 강수량의 연 변동이 심한 특성을 보이고 있다(건설교통부, 2006).

Fig. 5는 호남지역의 연평균 강수량 경년변화를 나타낸 것이다. 종관기상관측장비(ASOS, Automatic Synoptic Observation System)가 있는 14개 관측소에서 강수량 자료를 연 평균하여 그래프로 나타내었다. 그 결과 해마다 연강수량은 증감을 반복하고 있으나, 매년 3.714 mm씩 선형적으로 증가하는 추세를 보였다.

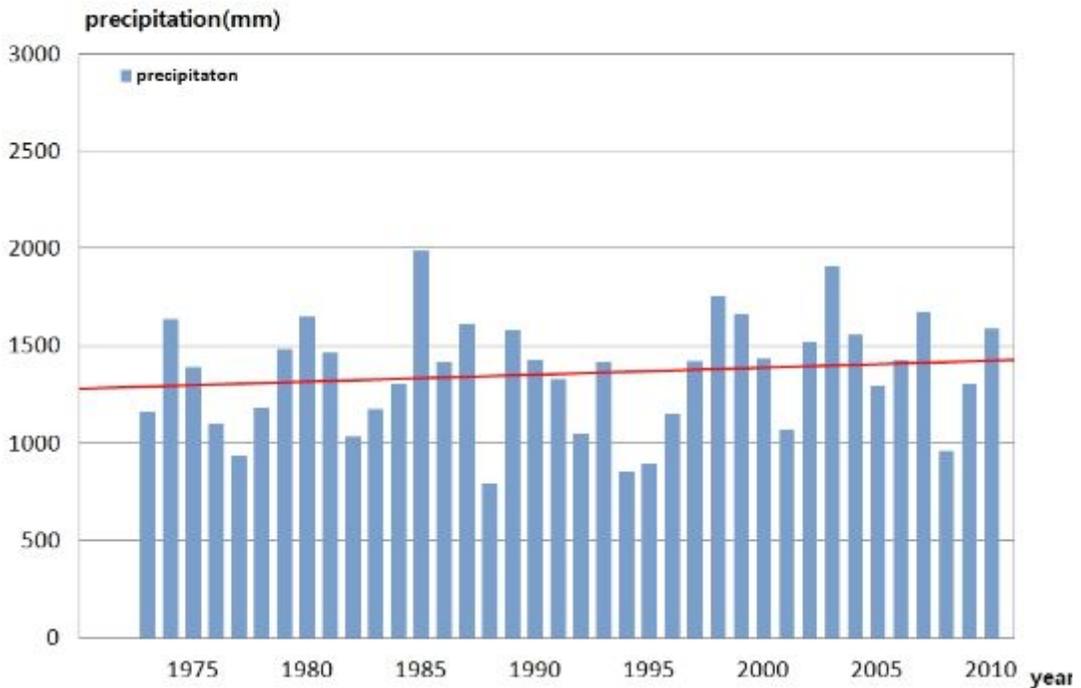


Fig. 5. The annual average precipitation during 1973~2010.

특히 최근 10년 연평균 강수량은 1991~2000년의 평균 강수량(1295.9 mm)에 비해 134.1 mm 상승한 1429.9 mm(110.35%)를 기록하였다. 또한, 최근 2000년, 2001년, 2008년에 전국적인 가뭄이 발생하여 호남지역에서는 평균적으로 각각 1068.7

mm, 963.2 mm를 기록하였고, 2002~2003년에는 태풍 ‘루사’와 ‘매미’로 인해 각각 1517.5 mm, 1910.5 mm를 기록하여 연강수량 변동이 심하게 나타났다.

계절별 강수량을 연구하기 위하여 봄철은 3~5월, 여름철은 6~8월, 가을철은 9~11월, 겨울철은 12~2월로 각각 구분하였다. 우리나라는 연강수량의 대부분이 여름철에 집중되고 겨울철 강수량은 상대적으로 매우 적게 발생한다. 즉, 연강수량 대비 여름철 강수량의 비는 50~60%나 되지만 봄철 강수량의 비는 약 15%정도로 나타났다.

Fig. 6은 호남지역의 계절별 연강수량 변화를 나타낸 것이다. 각 계절별로 선형회귀분석한 결과, 봄철은  $y = -1.079x + 299.31$ , 여름철은  $y = 4.801x + 620.37$ , 가을철은  $y = -0.128x + 249.73$ , 겨울철은  $y = 0.189x + 102.48$ 로 나타났다. 다시 말해, 여름철 강수량은 매년 4.801 mm 증가하여 사계절 중 상대적으로 가장 큰 폭의 증가세를 보이고, 봄철 강수량은 매년 1.079 mm 감소하여 사계절 중 가장 큰 하락폭을 보였다.

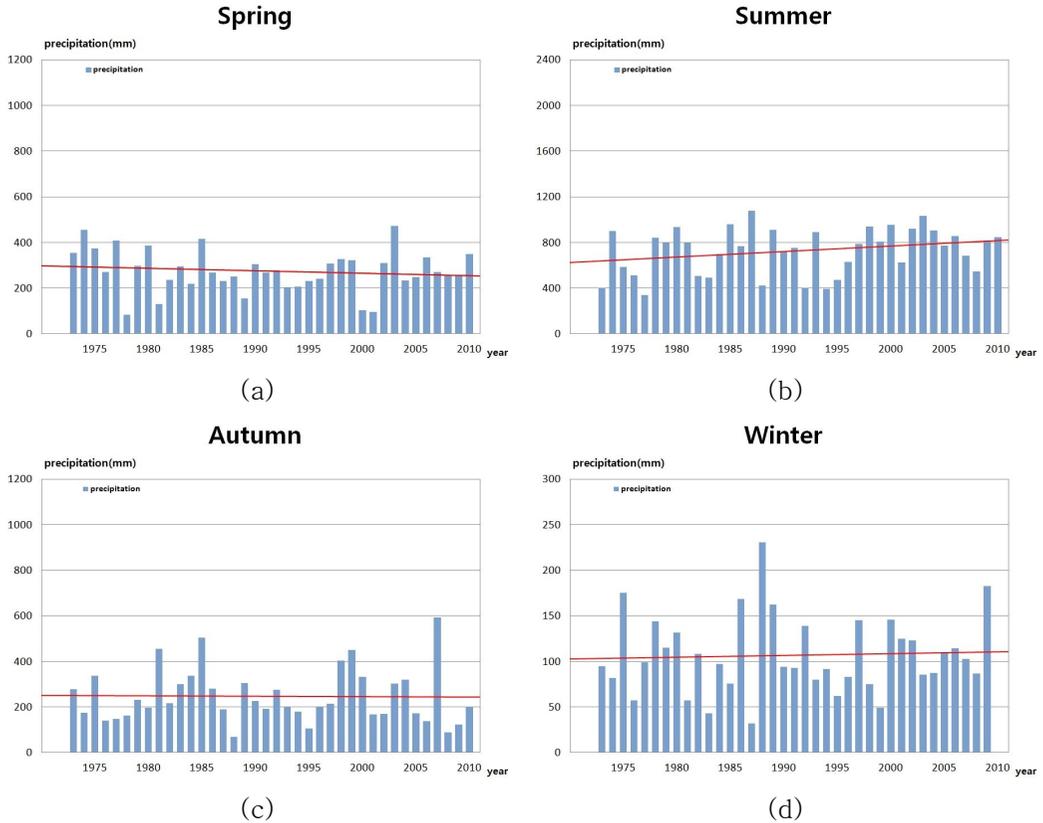


Fig. 6. The seasonal average precipitation during 1973~2010; (a) spring, (b) summer, (c) autumn and (d) winter.

실제로 ‘2008~2009 가뭄극복추진 성과보고서(중앙재난대책안전본부, 2009)’에 따르면, 1971년 이후 우리나라에 가뭄피해가 발생한 년도는 1970년대에 2회(1977, 1978), 1980년대에 3회(1980, 1982, 1988), 1990년대에 2회(1994, 1997), 2000년대에 5회(2000, 2001, 2006, 2008~2009)로 나타났고 최근 10년간 가뭄이 크게 증가하였으며, 그 중 아주 극심한 가뭄이 발생한 년도는 1978년, 1982년, 1994년, 2001년, 2008~2009년으로 나타났다. 호남지역에서도 봄철 강수량(Fig. 6 a)을 보면 38년간 평균 강수량이 275.0 mm인 것에 비해 2001년에는 95.3(34.6%) mm에 불과해 극심한 봄철가뭄이 발생하였다.

앞서 분석한 결과와 마찬가지로 호남지역 강수량의 비율은 여름철에 증가하고 봄철에 감소하고 있다. 최근 이러한 계절적 편차의 증가와 봄철 가뭄현상이 빈번하게

발생하는 원인에 대하여 심도 있는 연구가 필요하다고 사료된다.

Table 3은 호남지역의 연도별, 계절별 강수량과 연강수량대비 계절 강수량 비율을 나타낸 것이다. 여기서 나타나는 것과 같이 1973~1980년 동안 봄철은 329.2 mm, 여름철은 664.1 mm, 가을철은 208.5 mm, 겨울철은 112.3 mm로 나타났다.

이와 비교하여 최근 2001~2010년 동안 계절별 연평균 강수량을 보면, 봄철은 46.6 mm 감소한 282.6 mm인 반면에 여름철은 136.4 mm 증가한 800.5 mm, 가을철은 19.1 mm 증가한 227.5 mm, 겨울철은 0.6 mm 증가한 112.8 mm로 나타났다.

다시 말해서, 봄철과 여름철 강수량비율은 1973~1980년에 1:2.02이던 것이 최근 10년에는 1:2.83으로 강수량편차가 과거에 비해 커진 것으로 분석되었다. 더욱이 연강수량대비 여름철 강수량의 비율은 10년 단위로 계속 상승하고 있어 여름철 강수량의 집중현상이 심화되고 있으며, 봄철 강수량의 감소로 인해 계절별 강수량의 격차 또한 심화되는 것이 분석되었다.

Table 3. The decadal ratio of annual average precipitation with seasonal average precipitation during 1973~2010.

Season Year	year	spring	Compar ed to year(%)	summer	Compar ed to year(%)	autumn	Compar ed to year(%)	winter	Compar ed to year(%)
1973~ 1980	1317.0	329.2	25.0	664.1	50.4	208.5	15.8	112.3	8.5
1981~ 1990	1380.0	250.3	18.1	734.1	53.2	288.4	20.9	106.8	7.7
1991~ 2000	1295.9	248.9	19.2	702.0	54.2	255.3	19.7	96.3	7.4
2001~ 2010	1429.9	282.6	19.8	800.5	56.0	227.5	15.9	112.8	7.9

## 2. 최다강수량 및 강수일수

강수 특성 중 강수강도는 수자원과 홍수조절 등 사회·경제적으로 매우 중요한 요소이다. 즉, 인류의 문명과 생활, 항공, 통신, 교통수단, 농업 등 많은 인간 활동과 밀접한 관련을 가지는 중요한 문제이다. 적당한 강수량은 농사에도 유용하며 공업 용수로 쓰이는 지하수 확보에도 도움이 되고 식수원 해결에도 꼭 필요하다. 그러나 지나치게 많은 비가 내릴 경우에는 재산 피해는 물론 인명피해까지도 가져온다.

남부지방의 강수강도와 극값의 변화를 연구한 최영은(2002)에 따르면 대구, 전주, 부산, 목포지점과 같이 장기간의 일 강수 자료(1920~1999)가 있는 지점을 산술 평균한 결과 남부지방의 연 강수일수는 뚜렷한 감소현상이 나타난다. 반면에 연 강수량은 약한 증가 추세를 보이고, 이로 인해서 강수일수당 강수량을 보여주는 강수강도는 뚜렷하게 증가하였다. 남부지방에 나타난 강수일수의 감소는 비호우 사상의 감소에 의한 것이고, 강수량의 증가는 호우 사상의 발생빈도와 이에 의한 강수량 증가에 의한 것이다.

본 연구에서는 강수분석을 연 최다1시간강수량과 연 최다일강수량을 통해 최다강수량변화를 연구하였고, 강수일수는 일강수량이 각각 0.1 mm, 10 mm, 80 mm, 150 mm이상으로 구분하여 분석하였다. 여기서 일강수량이 80 mm이상인 경우에는, 기상청에서 12시간동안 누적강수량이 80 mm이상이면 호우주의보를 내는데, 이전의 일강수량 80 mm이상일 때보다 더 강화된 기준인데다가 현재의 기준 이하의 자료 값이 너무 적어 분석에 어려움이 있었다. 이러한 까닭으로 분석 자료의 수를 늘리기 위해 이전의 기준인 일강수량 80 mm이상인 날을 기준으로 하여 분석하였다. 그리고 1973년부터 2011년까지 39년간의 강수지속일수를 분석하여 1일 지속일수부터 10일 이상 지속일수까지 각각의 총 빈도수와 강수량을 호남지역 통계와 각 지역별 값을 그래프 및 지도상에 나타내어 시·공간적으로 전체 강수일수 대비 각각의 지속일수비율로 분석하였다.

## 가. 연 최다강수량

### (1) 연 최다1시간강수량

연 최다1시간강수량은 강수의 연속이나 단속에 관계없이 계속되는 임의의 1시간 사이에 내린 강수량의 최대값을 말한다.

Fig. 7에서와 같이 1988년에 60.82 mm로 가장 큰 값을 보였고, 다음으로 2010년에 60.42 mm를 기록하여 두 번째로 큰 값을 기록하였다.

여기에, 2000년대에 이후 상위 10순위 내에 2010년(60.42 mm), 2009년(54.46 mm), 2005년(53.75 mm), 2004년(49.93 mm), 2000년(48.73 mm)이 포함되어 있으며, 매년 약 0.28mm씩 상승하는 추세를 보이고 있다.

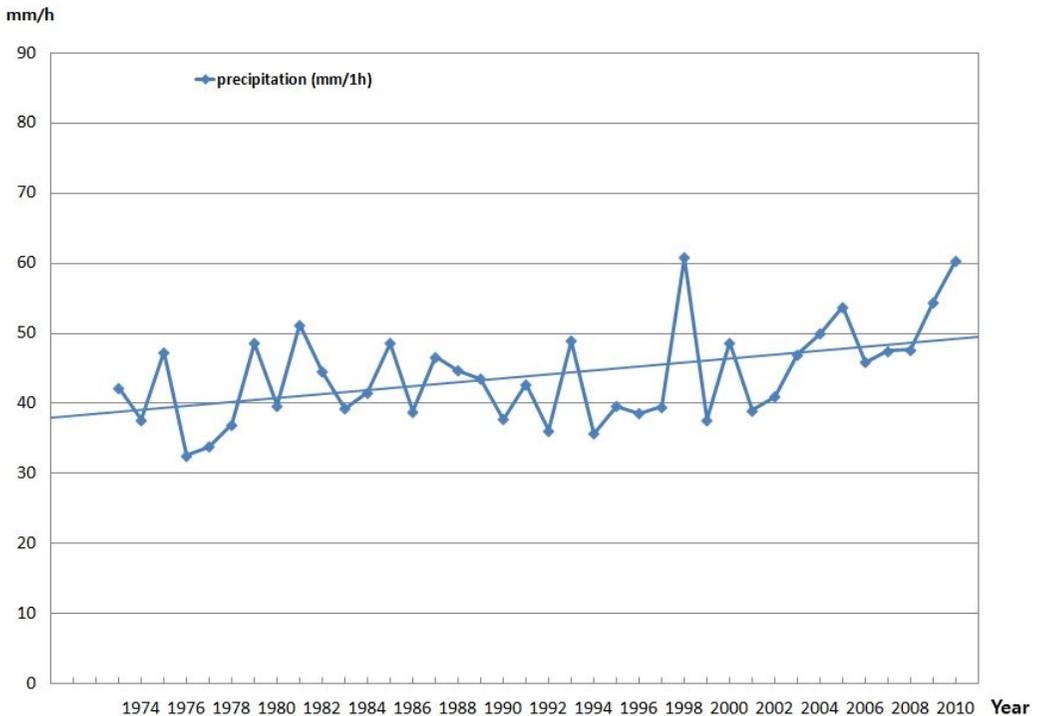


Fig. 7. The annual average 1 hourly precipitation during 1973~2010.

Table 4은 연 최대1시간강수량의 지역별 최대값과 최소값을 기록한 년도와 강수량이다. 2000년대 이후 최대를 보인 곳은 9지점에 이르며, 이 지점들은 대부분 전북지역과 전남 광주 및 광주 경도 위치에 해당되는 남해안 지역에서 나타났다. 이 지점들은 주로 산맥 줄기에 위치하여 남서쪽이나 남쪽에서 수증기의 유입이 나타날 때 강한 강제 상승을 일으키는 것으로 예측되고, 또한 호남지역의 평균기온의 상승으로 인해 최대포화수증기량이 증가하기 때문에 그 강도의 세기가 강해진 것으로 분석된다.

Table 4. The maximum and minimum annual average 1 hourly precipitation for each station during 1973~2010.

Station	Maximum		Minimum	
	Year	Precipitation	Year	Precipitation
Jangheung	2000	95.5	1976	20.5
Goheung	2000	93.5	1996	23.5
Juam	1979, 1998	145.0	1976	20.0
Wando	1979, 1982	86.0	1976	19.5
Hanam	1998	80.5	1983	20.0
Yeosu	1981	77.4	2000	22.2
Gwangju	2008	86.5	2002	26.5
Jeonju	2003	87.0	1974	21.5
Gunsan	2010	81.0	1999	23.5
Namwon	2010	72.5	1977	18.0
Buan	1983	82.5	1982	24.0
Mokpo	2004	64.5	1976	15.5
Imsil	2010	60.0	1980	20.0
Jeongeup	2010	83.5	1999	21.0

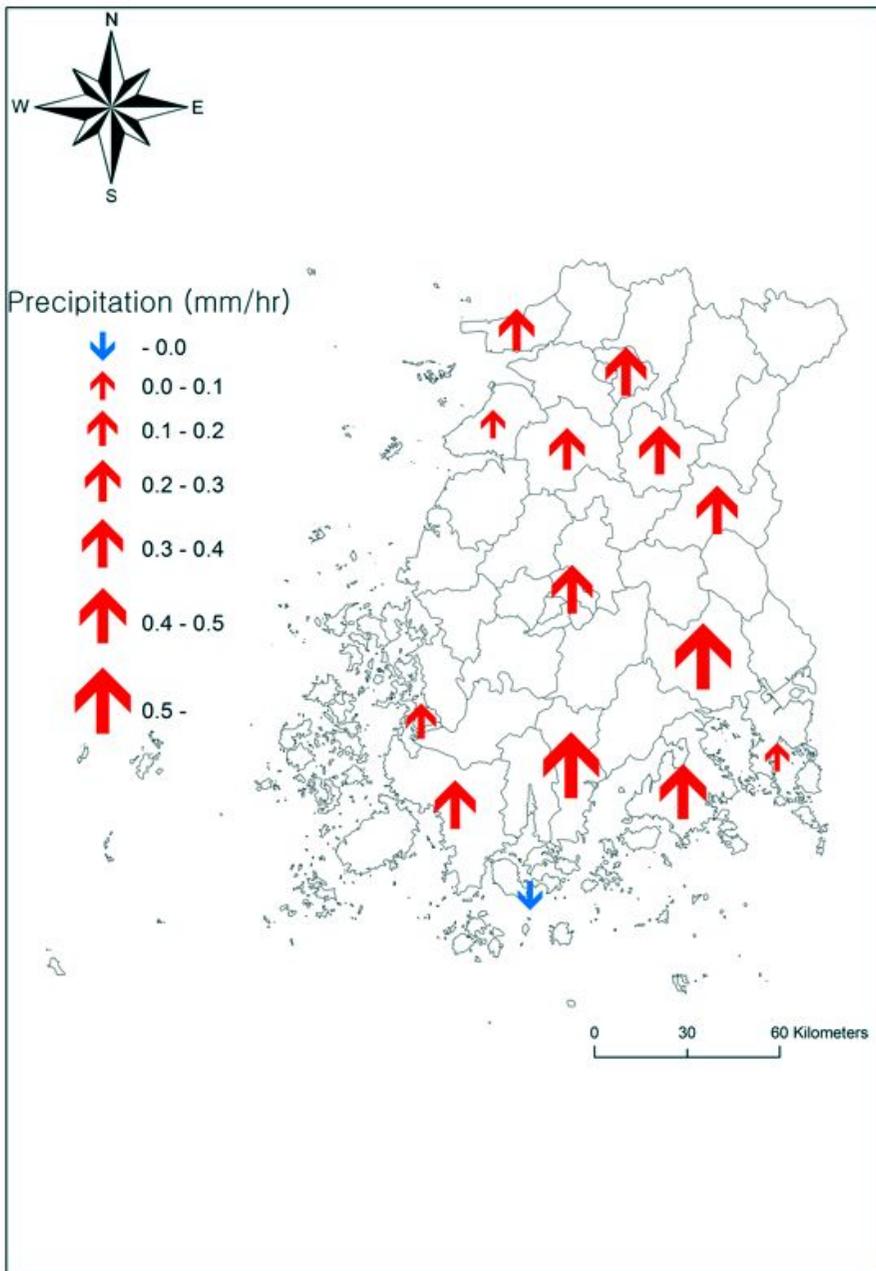


Fig. 8. The tendency of annual average 1 hourly precipitation of distribution chart for the periods of 1973~2010.

Fig. 8는 호남지역의 연 최다1시간강수량의 증감추세를 지점별로 나타낸 것이다. 완도를 제외한 전 지점에서 상승추세가 나타났고 주암, 장흥, 고흥과 같이 남해안에 위치한 지점에서 가장 상승추세가 두드러지게 나타났으며 연간 0.63 mm/hr, 0.54 mm/hr, 0.41 mm/hr로 시간당 강수량의 극값이 증가하는 추세로 분석되었다. 이는 소백산맥에 의한 영향과 함께 남서쪽이나 남쪽에서 유입되는 수증기량 증가에 의한 것으로 분석된다. 한편, 특이한 점은 완도에서는 소폭 감소추세가 나타나고 있다는 점이다. 즉, 시간당 강수가 약해졌다는 것이고, 이 지역에서 나타나는 연직 상승류의 강도가 약해지고 있다고 볼 수 있다. 이 점에 대해서는 더 연구가 필요하다.

## (2) 연 최다일강수량

호남지역의 연 최다일강수량(Fig. 9) 변화를 보면 1981년에 238.5 mm로 가장 큰 값을 보였고, 다음으로 2004년에 211.3 mm를 기록하여 두 번째로 큰 값을 기록하였다. 특히 2000년대에 이후, 상위 10순위 내에 2004년(211.3 mm), 2002년(179.3 mm), 2000년(149.5 mm)이 포함되어 있으며 매년 약 0.21 mm씩 상승하는 추세를 보이고 있다.

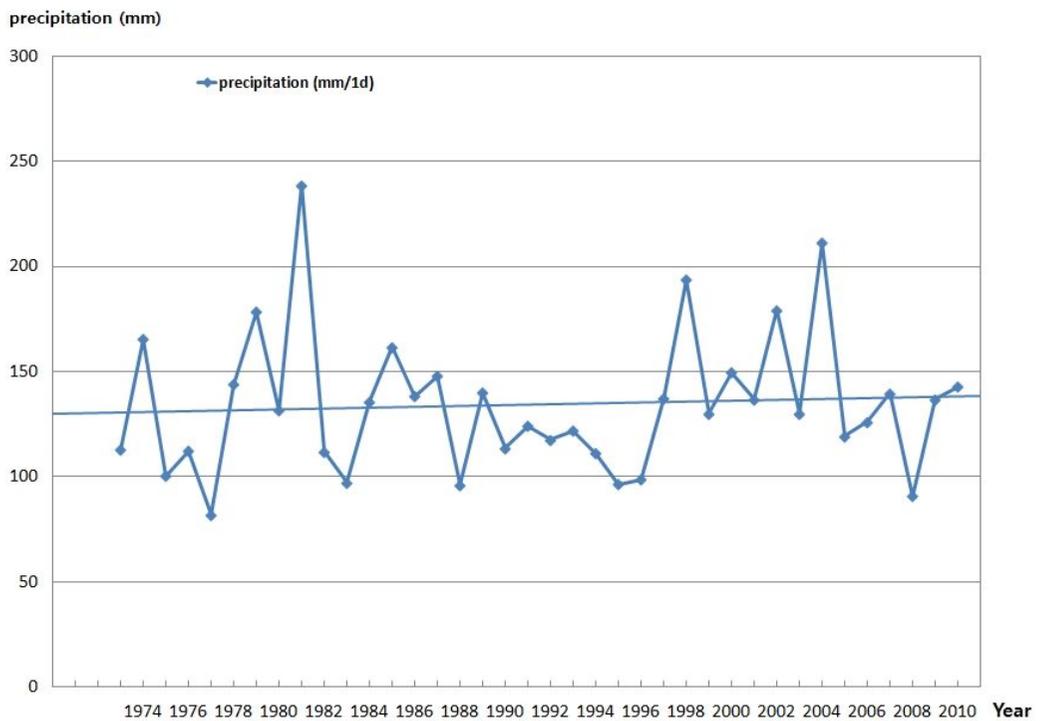


Fig. 9. Same as Figure 7 except for daily precipitation.

Table 5은 연 최다일강수량의 지점별 최대값과 최소값을 기록한 년도와 강수량이다. 2000년대 이후 최대값을 보인 곳은 7지점에 이르며, 1981년에 목포, 해남, 완도, 장흥, 고흥에서 최대값이 나타났다. 이는 1981년 9월 초에 발생한 태풍 ‘아그니스’가 제주도 남서쪽 약 350km 해상에서 북동쪽으로 전향하면서 호남지역의 남서해안을 통과하면서 기록된 것이다. 그 외의 지점에서조차 마찬가지로 태풍에 의해 일최대강수량이 나타났다.

Table 5. Same as Table 4 except for daily precipitation.

Station	Maximum		Minimum	
	Year	Precipitation	Year	Precipitation
Jangheung	1981	547.4	1996	84.5
Goheung	1981	487.1	2008	77.0
Juam	2002	254.5	2008	75.0
Wando	1981	414.3	2005	67.0
Hanam	1981	477.5	1996	74.0
Yeosu	2010	288.0	1988	69.6
Gwangju	1989	335.6	1995	47.1
Jeonju	2005	249.5	1982	51.3
Gunsan	2000	310.0	1982	56.2
Namwon	2004	218.0	2005	55.5
Buan	2007	250.5	1982	57.4
Mokpo	1981	394.7	1976	55.4
Imsil	2002	208.5	1981	65.3
Jeongeup	1998	244.5	1988	61.5

Fig. 10는 호남지역의 연 최다일강수량의 증감추세를 표현한 것이다. 호남지역 대부분의 지점에서 상승하는 경향이 두드러지며 임실, 남원, 주암에서 그 상승추세가 가장 높았고 그 값은 연간 각각 0.90 mm/day, 0.68 mm/day, 0.67 mm/day로 나타났다. 한편, 하강하는 경향을 보이는 지점은 목포(-0.52mm/day), 완도(-0.56 mm/day), 장흥(-0.72 mm/day)으로 나타나 남서해안지역에서 연 최다일강수량이 감소하는 것으로 분석된다.

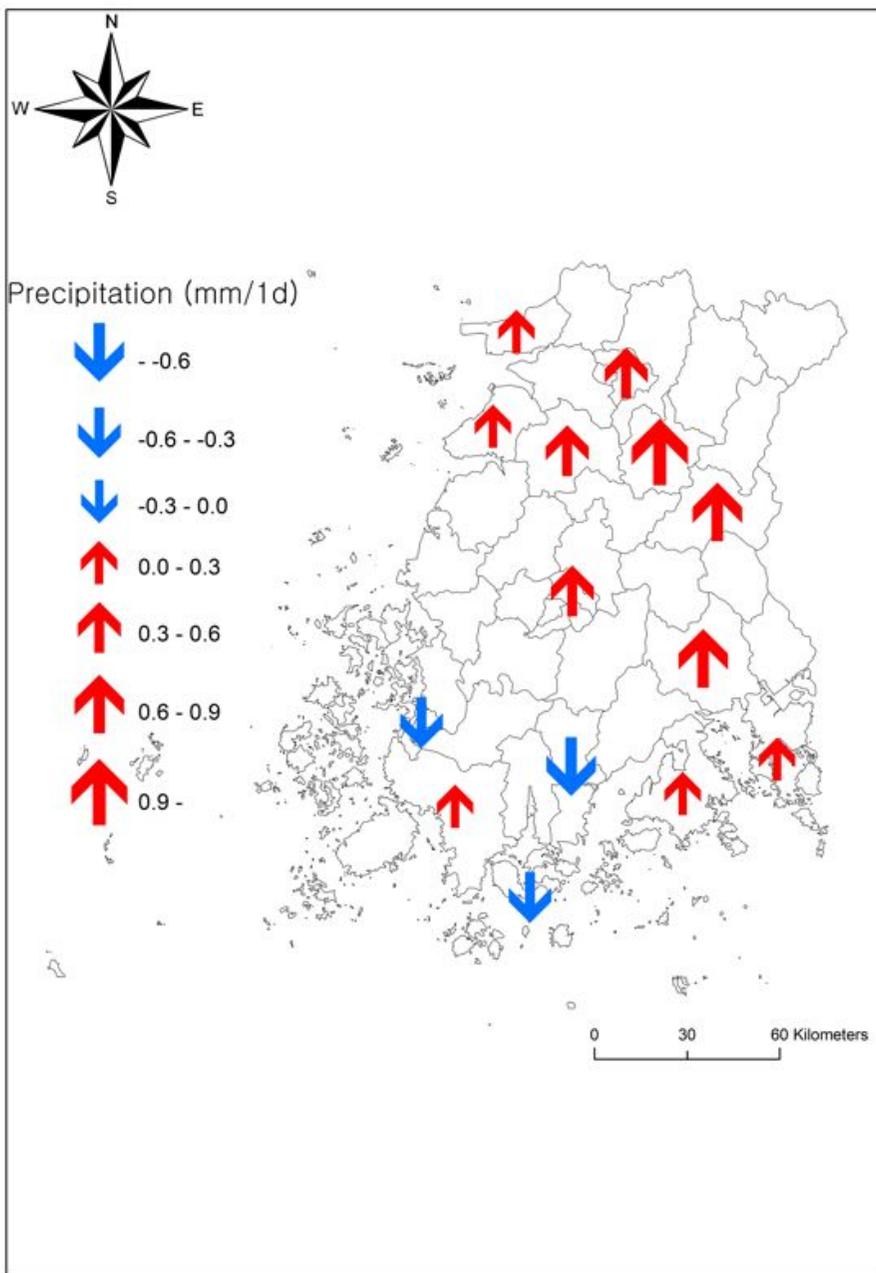


Fig. 10. Same as Figure 8 except for daily precipitation.

이는 한반도에 태풍의 영향이 급감했기 때문으로 분석되는데 2008년과 2009년 각각 22개로 모두 44개의 태풍이 발생했지만 한반도로 북상한 태풍은 단 하나도 없었다. 2008년 7월 발생한 뒤 타이페이와 중국 상하이를 거쳐 군산 서쪽 170km 해상에서 소멸된 7호 태풍 '개나리'가 그나마 한반도에 근접한 유일한 태풍이었다. 2010년 3월 '오마이스'부터 10월 30일 '차바'까지 모두 14개의 태풍 가운데 한반도에 영향을 준 것은 4호 '텐무'와 7호 '곤파스' 등 2개 뿐이었다. 평년대로라면 8월에 5.5개, 7월 4.1개, 6월에 1.7개가 발생해야 하지만 2010년에는 8월 2개, 7월 2개 뿐이었다. 오히려 9호 태풍 '말로'를 시작으로 14호 '차바'까지 무려 6개의 태풍이 9월 이후에 발생했다(국립기상연구소, 2010).

Table 6는 호남지역 각 관측지점별 연 최다1시간강수량과 연 최다일강수량 추세식을 나타낸 것이다. 호남지역 평균에 비해 연 최다1시간강수량의 상승폭이 높은 지점은 주암, 장흥, 고흥, 광주, 전주, 해남, 임실, 남원, 군산, 정읍 순이며 주암은 매년 0.626 mm씩 상승하여 호남지역의 평균보다 2배 이상 큰 상승폭을 나타냈다.

연 최다일강수량에서 상승폭이 높은 지점은 임실, 장흥, 남원, 주암, 전주, 완도, 광주, 목포, 정읍 순이며 그 중 임실은 매년 0.904 mm씩 상승하여 호남지역의 평균보다 4배 이상의 큰 상승폭을 나타냈다.

Table 6. The regression equations of 1 hourly and daily precipitation for each station during 1973~2010.

Station NO.	Station	1 hourly precipitation	Daily precipitation
140	Gunsan	$y = 0.2966x + 35.473$	$y = 0.2005x + 115.47$
146	Jeonju	$y = 0.3554x + 36.481$	$y = 0.5651x + 106.21$
156	Gwangju	$y = 0.3905x + 38.262$	$y = 0.5466x + 124.54$
165	Mokpo	$y = 0.1268x + 35.616$	$y = -0.5237x + 131.38$
168	Yeosu	$y = 0.0216x + 43.785$	$y = 0.1443x + 137.74$
170	Wando	$y = -0.084x + 46.904$	$y = -0.5555x + 174.6$
243	Buan	$y = 0.027x + 43.906$	$y = 0.1615x + 115.71$
244	Imsil	$y = 0.3258x + 34.15$	$y = 0.9042x + 92.635$
245	Jeongeup	$y = 0.2564x + 38.691$	$y = 0.4853x + 98.235$
247	Namwon	$y = 0.3097x + 36.652$	$y = 0.6762x + 100.16$
256	Juam	$y = 0.6257x + 30.961$	$y = 0.6655x + 138.76$
260	Jangheung	$y = 0.5383x + 31.744$	$y = -0.7219x + 179.18$
261	Hanam	$y = 0.3437x + 33.504$	$y = 0.0051x + 144.88$
262	Goheung	$y = 0.4122x + 40.546$	$y = 0.1972x + 159.59$
Average	Honam	$y = 0.2809x + 37.649$	$y = 0.2097x + 129.53$

(3) 강수등급별 10년 단위 연평균 강수량 순위

Table 7에서 보면 2001~2010년대에 1순위를 기록한 지점은 군산, 광주, 목포, 완도, 부안, 임실, 정읍, 남원, 주암, 장흥 10개 지점으로 나타났다. 이는 호남지역 평균 기온의 상승으로 인하여 대기불안정도가 높아지고 더불어 포화수증기량을 증가시킨 것에 따른 결과로 보인다.

Table 7. The ranks of decadal annual average precipitation and the periods to be occurred for each station since begun the observation.

Station	Rank	Period	Precipitation
Gunsan	1	2001~2010	1251.4
	2	1991~2000	1221.4
	3	1981~1990	1195.9
	4	1971~1980	1186.8
	5	1961~1970	1181.2
Jeonju	1	1961~1970	1331.7
	2	1981~1990	1322.1
	3	2001~2010	1314.3
	4	1991~2000	1303.1
	5	1941~1950	1294.6
	6	1951~1960	1293.8
	7	1921~1930	1238.2
	8	1971~1980	1234.6
	9	1931~1940	1133.8
	10	1911~1920	962.2
Gwangju	1	2001~2010	1482.4
	2	1971~1980	1413
	3	1981~1990	1378.2
	4	1991~2000	1312.3
	5	1961~1970	1278.9
	6	1951~1960	1248.8
	7	1941~1950	1183.7
	8	1931~1940	964.2

Table. 7 Continued.

Station	Ranking	Period	Precipitation
Mokpo	1	2001 ~ 2010	1230.4
	2	1951 ~ 1960	1224.4
	3	1981 ~ 1990	1181.8
	4	1971 ~ 1980	1115
	5	1931 ~ 1940	1111.2
	6	1921 ~ 1930	1094.1
	7	1991 ~ 2000	1078.6
	8	1911 ~ 1920	1044.5
	9	1941 ~ 1950	1043.6
	10	1961 ~ 1970	1038
Yeosu	1	1981 ~ 1990	1470
	2	2001 ~ 2010	1447.8
	3	1951 ~ 1960	1416.5
	4	1961 ~ 1970	1405.6
	5	1991 ~ 2000	1399.2
	6	1971 ~ 1980	1353.6
	7	1941 ~ 1950	1066.6
Wando	1	2001 ~ 2010	1648.2
	2	1981 ~ 1990	1512.8
	3	1991 ~ 2000	1437.3
	4	1971 ~ 1980	1254.2
Buan	1	2001 ~ 2010	1335.1
	2	1981 ~ 1990	1250.7
	3	1991 ~ 2000	1165.3
	4	1971 ~ 1980	1116.5
Imsil	1	2001 ~ 2010	1408.9
	2	1981 ~ 1990	1405.7
	3	1991 ~ 2000	1249.9
	4	1971 ~ 1980	1059.9
	5	1961 ~ 1970	134.8

Table. 7 Continued.

Station	Ranking	Period	Precipitation
Jeongeup	1	2001 ~ 2010	1403.5
	2	1991 ~ 2000	1292.9
	3	1981 ~ 1990	1255.5
	4	1971 ~ 1980	1092.7
	5	1961 ~ 1970	266.1
Namwon	1	2001 ~ 2010	1455.7
	2	1981 ~ 1990	1359.5
	3	1991 ~ 2000	1264.7
	4	1971 ~ 1980	1197.4
Juam	1	2001 ~ 2010	1603
	2	1981 ~ 1990	1509.1
	3	1991 ~ 2000	1482
	4	1971 ~ 1980	1351.5
Jangheung	1	2001 ~ 2010	1591.2
	2	1981 ~ 1990	1533.8
	3	1991 ~ 2000	1391.9
	4	1971 ~ 1980	1337.8
Hanam	1	1981 ~ 1990	1399.4
	2	2001 ~ 2010	1369
	3	1991 ~ 2000	1207.9
	4	1971 ~ 1980	1140.1
Goheung	1	1981 ~ 1990	1546.3
	2	2001 ~ 2010	1478.3
	3	1971 ~ 1980	1396.4
	4	1991 ~ 2000	1335.7

## 나. 강수일수

강수일수는 강수량의 통계를 내기 위하여 쓰는 것들 중에 하나인데, 흔히 말하는 ‘비오는 날’과는 개념이 다르다. 단위는 년(year)이나 일(day)을 사용하며, 보통 1일의 강수량을 0.0~0.1 mm, 0.11~1.0 mm, 1.1~5.0 mm, 5.1~10.0 mm, 10.1~20.0 mm, 20.1~30.0 mm, 30.1~50.0 mm, 50.1~70.0 mm, 70.1~100.0 mm, 100.0 mm 이상으로 나누어 구분한다. 또한 비·눈·진눈깨비의 일수는 강수량이 0.1 mm 이상인 일수만을 계산하고, 안개비도 0.1 mm 이상일 때는 비의 일수로 계산한다. 또 싸락눈·우박·동우 등의 일수는 양의 다소에 관계없이 각각 관측한 일수를 기록한다.

통상 강수일수는 해양의 섬이나 해안지방에서 많이 나타나고, 사막 등 대륙 내부에서는 적게 나타난다. 가령, 서부 태평양의 팔라우섬에서는 연간 296.8일(1개월 19~28일), 중부 태평양의 얄루트섬에서는 313.6일(1개월 23~28일)이나 되지만, 예멘의 아덴은 4.5일, 이라크의 바그다드는 16.0일밖에 되지 않는다. 평균적으로 한국의 연강수일수는 최저가 포항의 98일이고, 최고는 제주의 139일이다.

강수일수는 지역과 계절에 따라 많은 차이를 나타낸다. 보통 장마철인 6~7월의 강수일수는 전국적으로 월평균 10~17일 정도가 나타나며, 특히 장마전선이 한강유역에 정체하는 중서부지방의 7월 강수일수는 17일 내외이다. 겨울에 북서계절풍이 탁월한 1월에는 지형적인 영향으로 영서 산간지방, 호남 서해안지방, 제주·울릉도 등지의 강수일수가 다른 지방에 비하여 월등히 많아 13~21일에 이른다. 10월은 1년 중 강수일이 가장 적은 달로 내륙지방의 강수일수는 5~8일에 불과하다.

여기서는 호남지역에서 나타나는 강수일수를 0.1 mm 이상, 10 mm 이상, 80 mm 이상, 150 mm 이상을 기준으로 하였으며, 각 기준에 따른 강수량의 변화를 분석하였다.

(1) 0.1 mm 이상인 경우

강수량의 0.1 mm 이상인 강수일수는 강수가 나타난 모든 날이라고 할 수 있기 때문에 이를 강수현상일수라고 할 수 있다. Fig. 11에서 나타나는 매년 강수일수는 0.1일씩, 평균 강수량은 3.99 mm만큼 증가하는 추세를 보이고 있다. 앞서 보았던 호남지역의 연강수량변화에서는 증가량이 3.714 mm였던 것에 비해 2011년까지 분석 범위가 넓어진 이후 증가추세가 약 0.28 mm/year만큼 더 커진 것으로 나타나고 있다.

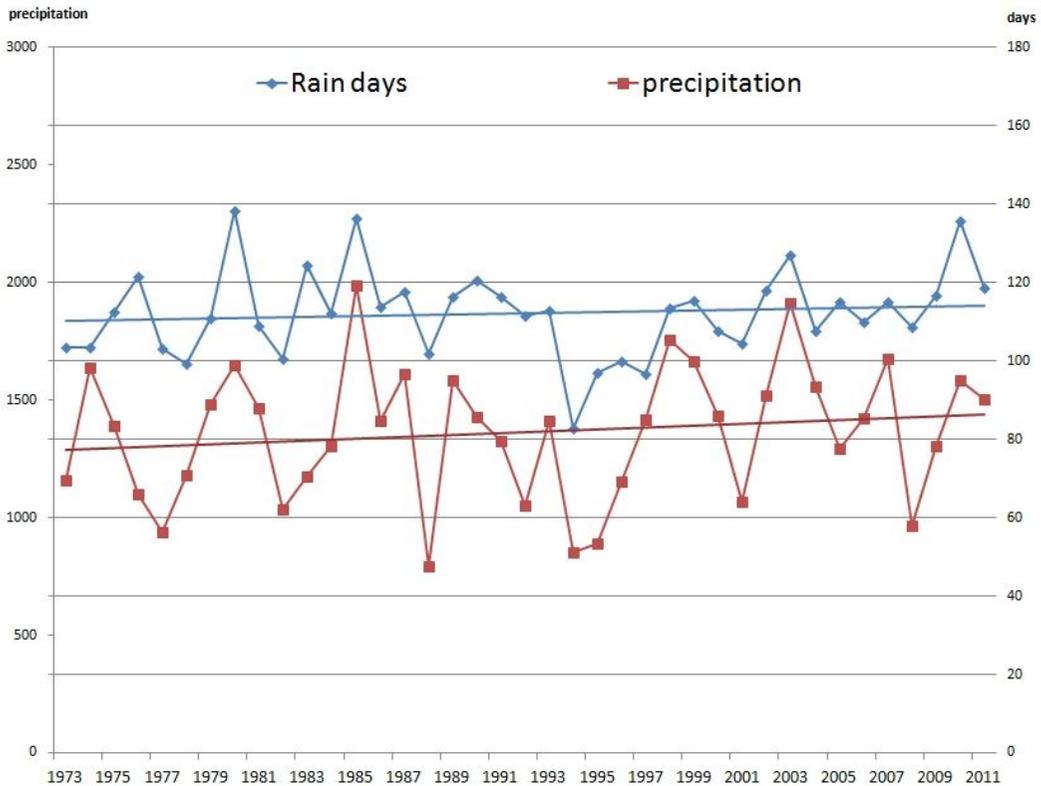


Fig. 11. The annual days to be occurred with precipitation ( $\geq 0.1$  mm) in Honam region during 1973~2011.

Table 8은 0.1 mm 이상 연평균 강수일수의 최대값과 최소값을 나타낸 것이다. 장흥, 부안, 임실을 제외한 모든 지점에서 최대값을 기록한 1980년도와 1985년도에 집중되어 있는데 고흥, 주암, 완도, 해남, 여수, 남원 지점에서 1980년도에 최대일수를 기록했다. 이때에는 6월부터 시작된 장마가 7월 말까지 영향을 주었고, 8월에는 태풍뿐만 아니라 장마전선, 온대저기압 등이 발달하여 영향을 주었다. 고흥, 광주, 전주, 군산, 목포, 정읍 지점에서는 1985년도에 최대값을 기록했다. 당시에는 한반도에 태풍이 4개나 영향을 주었고 6월 말부터 장마와 호우가 빈번하게 발생하여 5, 6, 7, 10월에는 일최다강수량을 기록할 정도로 많은 비가 내렸다.

반면, 1994년도에는 고흥, 여수를 제외한 나머지 지점에서 최소일수를 기록했는데 태풍의 영향도 있었지만 장마나 호우의 지속된 날들이 대부분 2~3일 내를 기록하여 강수일수가 적게 나타난 것으로 분석된다.

Table 8. The maximum and minimum annual days and years to be occurred with precipitation ( $\geq 0.1$  mm) for each station during 1973~2011.

Station	Maximum		Minimum	
	Year	Days	Year	Days
Jangheung	1987	134	1994	73
Goheung	1980, 1985	132	1995	67
Juam	1980	140	1994	79
Wando	1980	139	1994	78
Hanam	1980	149	1994	86
Yeosu	1980	124	1997	79
Gwangju	1985	155	1994	96
Jeonju	1985	149	1994	99
Gunsan	1985	143	1994	94
Namwon	1980	142	1994	70
Buan	2010	144	1994	79
Mokpo	1985	144	1994	85
Imsil	2010	153	1994	84
Jeongeup	1985	147	1994	82

Fig. 12와 Table 9은 지점별 0.1 mm 이상 연평균 강수일수와 해당 연평균 강수량을 나타낸 것이다. 먼저, 연평균 0.1 mm 이상 강수일수는 광주가 연간 123.7일로 가장 많이 나타났으며, 다음으로 전주(121.4일), 임실(120.0일), 목포(117.7일) 등의 순으로 나타났다. 그리고 0.1 mm 이상 강수일수가 가장 적게 나타난 지역은 고흥(97.4일)으로 분석되었다. 0.1 mm 이상 강수일수의 연평균 강수량은 주암(1524.2 mm)이 가장 많고 완도(1503.5 mm), 장흥(1496.0 mm), 고흥(1465.8 mm) 등의 순으로 나타났으며, 가장 적은 강수량을 기록한 곳은 목포(1135.4 mm)이다.

앞서 말한 바와 같이 0.1 mm 이상 강수일수는 강수현상일수라고 할 수 있기 때문에 연평균 강수량에 대한 지역적인 분석이 가능하다. Fig. 12에서와 같이 주암, 완도, 장흥, 고흥과 같은 남해안 지역에서 강수량이 많이 나타나고 있는데, 이 지역은 소백산맥에 의한 지형성 강수에 의해 장마와 열대 저기압의 영향을 받아 강수량이 크게 나타나는 것으로 사료된다.

Table 9. The annual precipitation days and average amount of precipitation with precipitation ( $\geq 0.1$  mm) for each station during 1973~2011.

Station	Precipitation days ( $\geq 0.1$ mm)	Precipitation ( $\geq 0.1$ mm)
Jangheung	107.7	1496.0
Goheung	97.4	1465.8
Juam	114.0	1524.2
Wando	107.4	1503.5
Hanam	113.0	1326.9
Yeosu	100.7	1426.0
Gwangju	123.7	1385.7
Jeonju	121.4	1300.0
Gunsan	115.4	1221.7
Namwon	111.6	1350.8
Buan	108.6	1249.5
Mokpo	117.7	1135.4
Imsil	120.0	1349.4
Jeongeup	111.6	1325.7

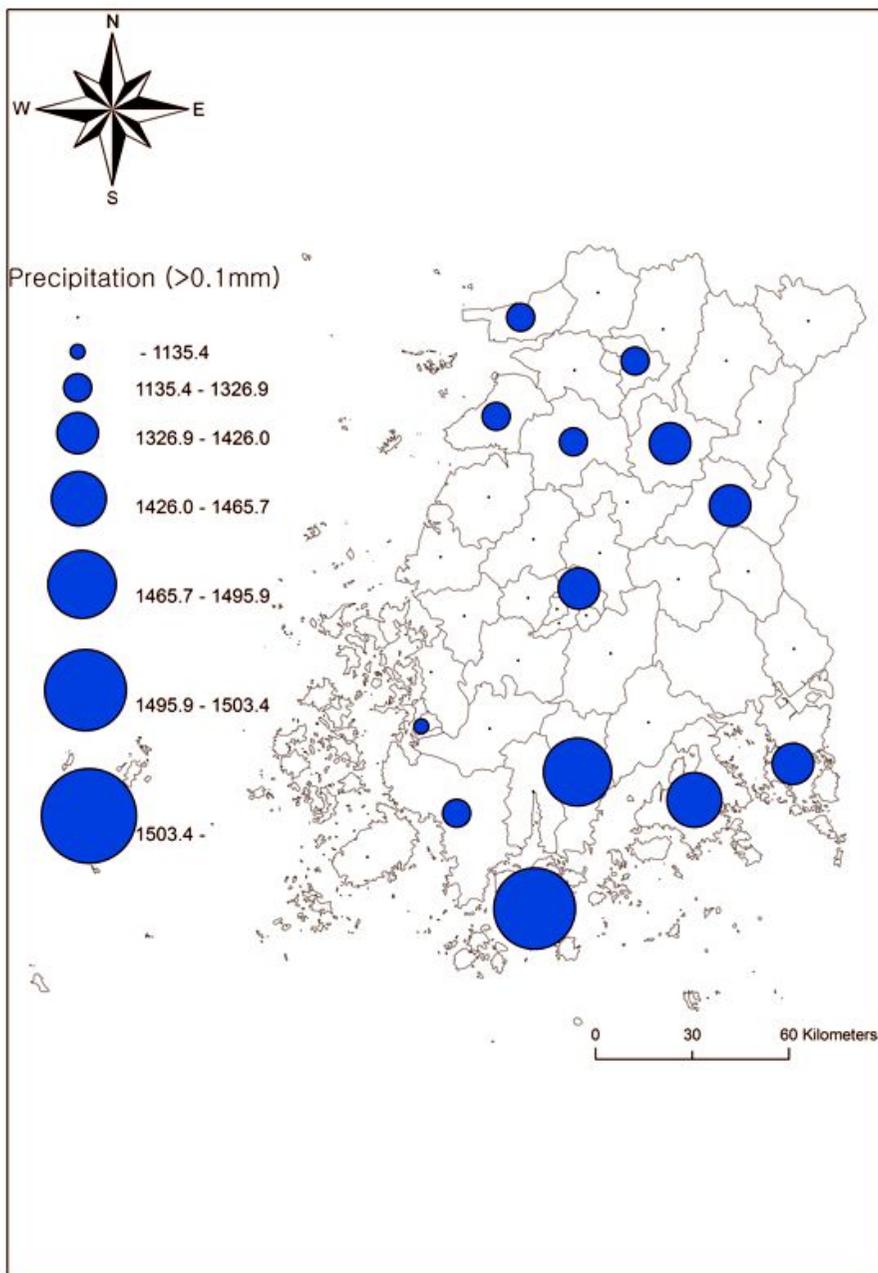


Fig. 12. The amount of annual days to be occurred with precipitation ( $\geq 0.1$  mm) for the periods of 1973~2011.

(2) 10 mm 이상인 경우

일반적으로 한 지점에서 10 mm 이상의 일강수량은 전선이나 중관저기압과 관련하여 나타난 것으로 간주된다. 본 연구에서도 평균 일강수량이 10 mm 이상이면 전선이나 중관저기압과 연관되었다고 판단하였다. Fig. 13는 호남지역 10 mm 이상 평균강수일수와 평균강수량을 나타낸 것이다.

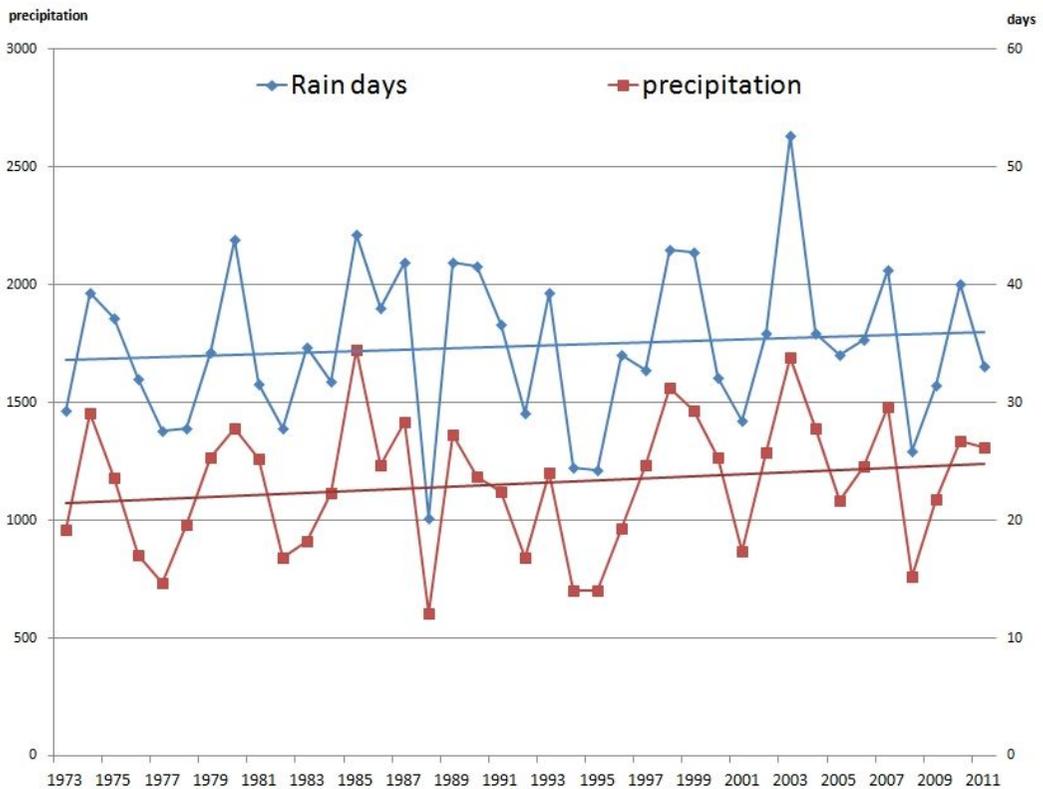


Fig. 13. Same as Figure 11 except for 10mm.

10 mm 이상인 강수일수는  $y = 0.0621x - 88.9$ 이고, 평균강수량은  $y = 4.3943x - 7597.3$ 으로 나타났다. 이처럼 0.1 mm 이상 강수일수에 대비하여 10 mm 이상인 강수일수는 상승폭은 작지만, 해당 강수량의 증가폭은 그보다 커진 것을 확인할 수 있다. 따라서 전선이나 중관저기압과 연관된 강수량이 증가하고 있다고 분석되며,

이와 같은 강수현상이 발생하게 되면 일강수량도 또한 증가하고 있다고 볼 수 있다.

호남지역에서 연간 10 mm 이상인 강수일수가 완도에서 2003년에 58일로 가장 많았고, 가장 적은 곳은 목포에서 1988년에 14일로 가장 적었다.

Table 10은 10 mm 이상 연평균 강수일수의 최대값과 최소값을 나타낸 것이다. 최대일수가 나타난 연도를 보면, 뚜렷한 결과가 나타나는데, 군산과 임실을 제외한 나머지 지점에서 2003년도에 모두 최대일수가 나타났다. 앞서 말한 바와 같이 10 mm 이상의 일강수량은 전선이나 종관저기압과 관련하여 나타난 것으로 보기 때문에 이때에는 이와 같은 현상이 빈번히 발생했다는 것을 짐작할 수 있다.

반면, 1988년도에는 많은 지점에서 최소값을 기록하였는데, 당시 우리나라에 영향을 준 태풍은 단 하나도 없었으며 6월에는 고기압과 기압골이 주기적으로 지나갔으나 느리고 그 세력도 약했다.

Table 10. Same as Table 8 except for  $\geq 10$  mm.

Station	Maximum		Minimum	
	Year	Days	Year	Days
Jangheung	2003	52	1988	21
Goheung	2003	54	1995	20
Juam	2003	55	1988	21
Wando	2003	58	1978	24
Hanam	2003	54	1988	20
Yeosu	2003	56	1995	23
Gwangju	2003	54	1988	19
Jeonju	2003	53	1988	20
Gunsan	2007	44	1977	20
Namwon	2003	53	1994	17
Buan	2003	54	1988	17
Mokpo	2003	52	1988	14
Imsil	1985	49	1988	18
Jeongeup	2003	51	1988	20

Fig. 14과 Table 11은 지점별 10 mm 이상 연평균 강수일수와 해당 연평균 강수량을 나타낸 것이다. 10 mm 이상 강수일수는 주암에서 연간 37.7일로 가장 많이 나타났으며, 다음으로 완도(37.1일), 고흥(36.5일), 장흥(36.3일)의 순으로 나타났다. 그리고 10 mm 이상 강수일수가 가장 적게 나타난 지점은 목포(29.8일)로 분석되었다.

10 mm 이상 강수일수의 연평균 강수량은 완도(1327.5 mm)가 가장 많고 주암(1320.7 mm), 장흥(1300.9 mm), 고흥(1292.9 mm)의 순으로 나타났으며, 가장 적은 강수량을 기록한 곳은 목포(930.0 mm)로 나타났다. 따라서, 종관규모의 강수의 영향을 많이 받는 지역은 남해안지역의 소백산맥을 끼고 있는 지역인 완도, 고흥, 장흥, 순천으로 나타났고, 노령산맥 풍하측에 위치한 목포에서 가장 그 영향이 적은 것으로 분석된다.

Table 11. Same as Table 9 except for  $\geq 10$  mm.

Station	Precipitation days ( $\geq 10$ mm)	Precipitation ( $\geq 10$ mm)
Jangheung	36.3	1300.9
Goheung	36.5	1292.9
Juam	37.7	1320.7
Wando	37.1	1327.5
Hanam	33.4	1119.2
Yeosu	36.2	1252.9
Gwangju	35.3	1163.4
Jeonju	35.0	1075.2
Gunsan	30.8	1014.6
Namwon	34.9	1134.5
Buan	32.5	1038.0
Mokpo	29.8	930.0
Imsil	35.8	1113.6
Jeongeup	35.8	1102.0

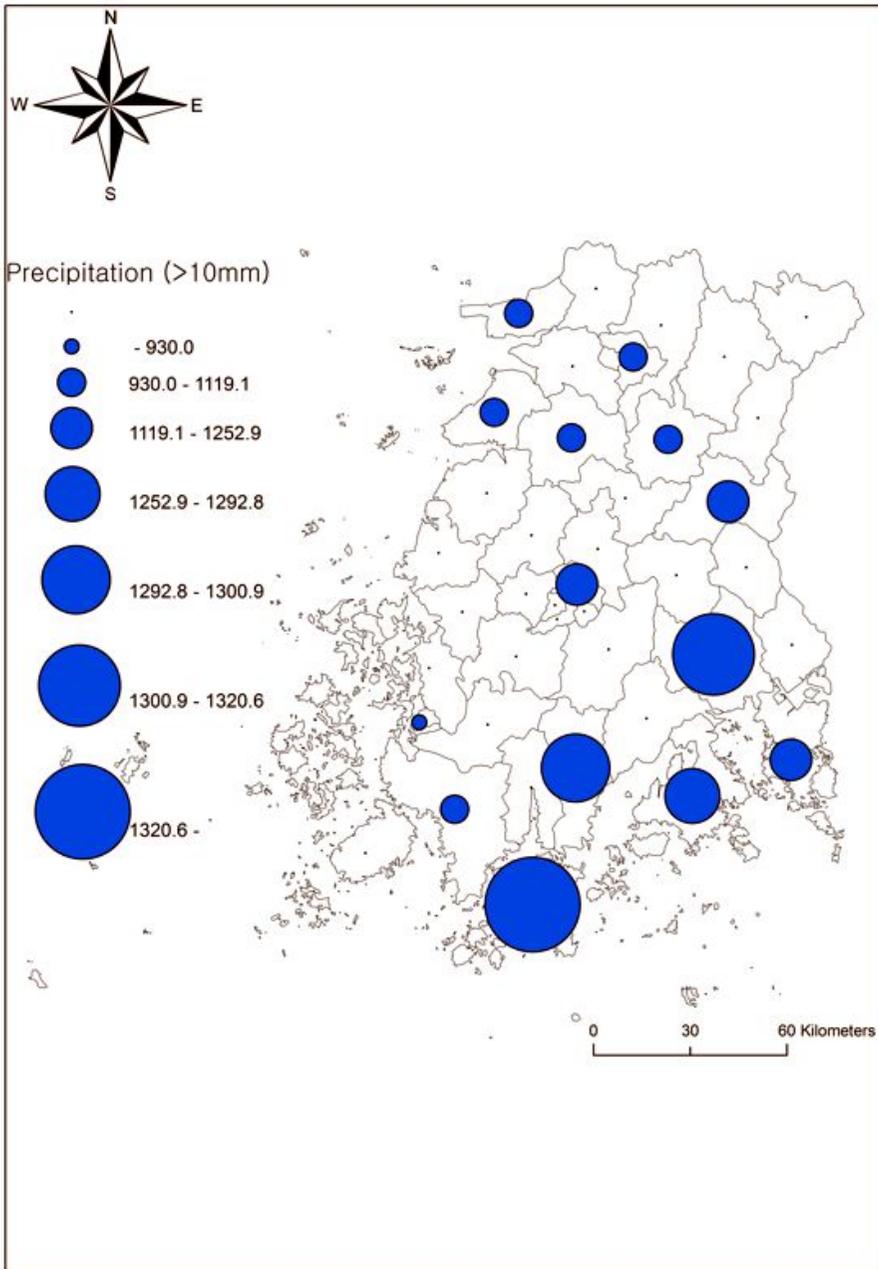


Fig. 14. Same as Figure 12 except for 10 mm.

(3) 80 mm 이상인 경우

일반적으로 집중호우에 대한 명확한 정의는 명시 되어있지 않으나 시간당 30 mm 이상이나 하루에 80 mm 이상의 비가 내릴 때, 그리고 연강수량의 10% 정도의 비가 하루 동안에 내릴 때를 주로 집중호우라 말한다. Fig. 15에서는 80 mm 이상인 날의 일수를 집중호우가 나타난 일수로 간주하였다.

집중호우의 지속 시간은 보통 수십 분에서 수 시간 정도이며, 반경 약 10~20 km 정도의 비교적 좁은 지역에 집중적으로 내리고, 때로는 천둥번개를 동반하기도 한다. 그리고 태풍, 장마전선, 발달한 저기압, 고기압의 가장자리의 대기 불안정 등에 의해 2~3일간 지속되기도 한다.

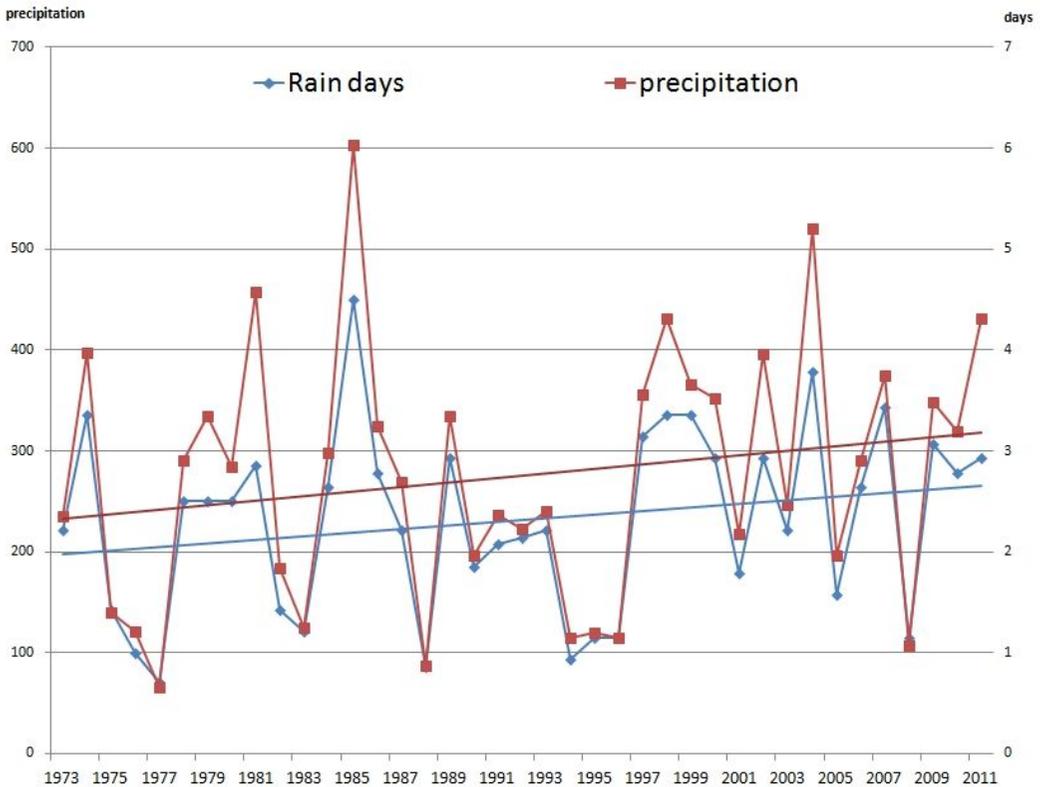


Fig. 15. Same as Figure 11 except for 80 mm.

Table 12은 80 mm 이상 연평균 강수일수의 최대값을 나타낸 것이다. 1985년을 보면 장흥, 고흥, 주암, 해남, 여수, 광주에서 최대값을 나타내었는데, 이들 지점은 모두 전남권에 속하며, 서남해안에 속하는 목포, 완도를 제외한 나머지 전남 지점에서 최대값을 보였다. 당시에 5월부터 기압골과 장마전선 및 북태평양고기압에 의해 강한 강도의 강수가 빈번하였으며 그 강수지속일수는 2~3일 내외였다. 또한, 5~10월까지 월평균 기온은 예년보다 높은 값을 기록하였다.

Table 12. The maximum annual days and years to be occurred with precipitation ( $\geq 80$  mm) for each station during 1973~2011.

Station	Year	Days
Jangheung	1985	7
Goheung	1985	7
Juam	1985, 1989	6
Wando	1999	11
Hanam	1985	6
Yeosu	1985	9
Gwangju	1985, 1989, 1998, 2004, 2006	5
Jeonju	2010	5
Gunsan	2000	7
Namwon	1984	7
Buan	2007	5
Mokpo	2004	6
Imsil	1984	5
Jeongeup	1997	7

Fig. 16과 Table 13은 지점별 80 mm 이상 연평균 강수일수와 해당 연평균 강수량을 나타낸 것이다. 80 mm 이상 강수일수는 완도와 장흥에서 연간 3.1일로 가장 많이 나타났으며, 다음으로 고흥(3.0일), 주암(2.8일), 여수(2.6일)의 순으로 나타났다. 그리고 80 mm 이상 강수일수가 가장 적게 나타난 지역은 목포(1.6일)로 분석되었다.

80 mm 이상 강수일수의 연평균 강수량은 장흥(395.7 mm)이 가장 많고 완도(384.1 mm), 고흥(379.2 mm), 주암(347.9 mm)의 순으로 나타났으며, 가장 적은 강수량을 기록한 곳은 목포(186.1 mm)로 나타났다. 전남 남해안지역의 주암, 장흥, 고흥, 완도는 다른 지점보다 비교적 높은 강수량을 보였다. 80 mm 이상의 강한 강수가 발생하기 위한 조건으로 전북지역보다 전남지역의 평균기온이 높기 때문에 열적 대류의 가능성이 높고, 소백산맥과 노령산맥에 의한 지형의 영향을 받아 남서풍이나 남풍을 타고 수증기의 유입이 발생하게 되면, 기계적인 상승이 강하게 나타날 수 있는 조건을 갖추고 있기 때문으로 분석된다.

Table 13. Same as Table 11 except for  $\geq 80$  mm.

Station	Precipitation days ( $\geq 80$ mm)	Precipitation ( $\geq 80$ mm)
Jangheung	3.1	395.7
Goheung	3.0	379.2
Juam	2.8	347.9
Wando	3.1	384.1
Hanam	2.4	298.7
Yeosu	2.6	314.1
Gwangju	2.2	261.7
Jeonju	1.8	211.5
Gunsan	1.8	209.1
Namwon	2.3	249.6
Buan	2.0	223.7
Mokpo	1.6	186.1
Imsil	1.8	196.6
Jeongeup	1.8	200.0

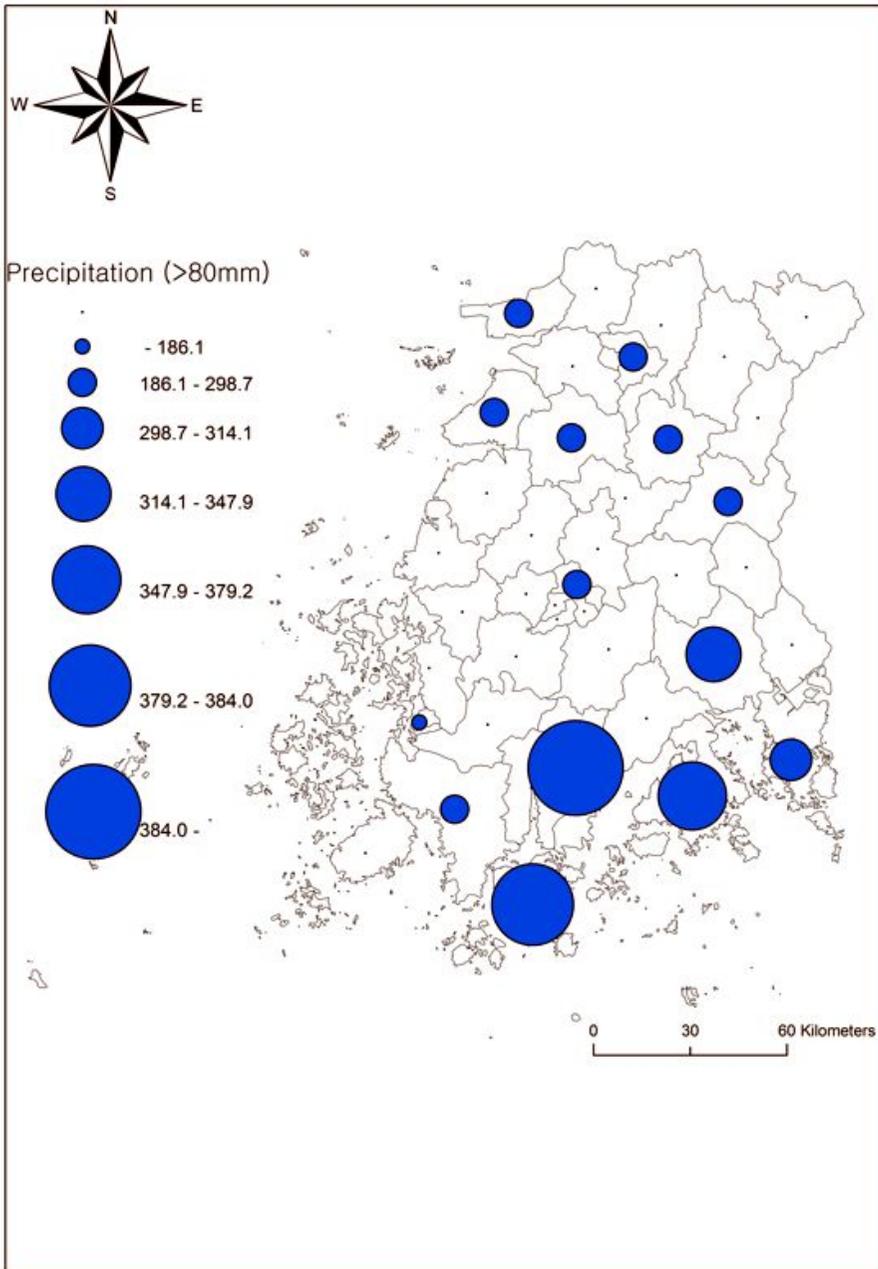


Fig. 16. Same as Figure 12 except for 80 mm.

(4) 150 mm 이상인 경우

Table 14은 150 mm 이상 연평균 강수일수의 최대값을 나타낸 것이다. 1985년을 보면 80 mm와 마찬가지로 전남권에 속하는 장흥, 고흥, 완도, 해남, 여수, 광주에서 최대일수가 기록이 되었으며, 그 원인 또한, 80 mm에서와 같이 분석되어진다.

Table 14. Same as Table 12 except for  $\geq 150$  mm.

Station	Year	Days
Jangheung	1985	5
Goheung	1985	5
Juam	1979, 1989, 1998, 2000, 2002, 2009	2
Wando	1985	3
Hanam	1985	3
Yeosu	1985	4
Gwangju	1974, 1978, 1980, 1985, 1987, 1989, 1991, 1997, 1998, 2004, 2009, 2010	1
Jeonju	2000, 2011	2
Gunsan	1987	2
Namwon	1984	2
Buan	2007	2
Mokpo	1978, 1980, 1981, 1985, 1989, 2001, 2004	1
Imsil	1984, 1986, 1998, 2002, 2004, 2005, 2011	1
Jeongeup	1974, 1993, 1998, 2007, 2011	1

Table 15는 지점별 150 mm 이상 연평균 강수일수와 해당 연평균 강수량을 나타낸 것이다. 150 mm 이상 강수일수는 주암에서 연간 0.7일로 가장 많이 나타났으며, 다음으로 장흥(0.6일), 고흥(0.6일), 완도(0.6일)의 순으로 나타났다. 그리고 150

mm이상 강수일수가 가장 적게 나타난 지점은 정읍(0.1일)이었다.

150 mm 이상 강수일수의 연평균 강수량은 장흥(130.9 mm)이 가장 많고 고흥(128.6 mm), 주암(127.9 mm), 완도(125.9 mm)의 순으로 나타났으며, 가장 적은 강수량을 기록한 곳은 정읍(30.6 mm)으로 나타났다.

Table 15. Same as Table 13 except for  $\geq 150$  mm.

Station	Precipitation days ( $\geq 150$ mm)	Precipitation ( $\geq 150$ mm)
Jangheung	0.6	130.9
Goheung	0.6	128.6
Juam	0.7	127.9
Wando	0.6	125.9
Hanam	0.5	96.1
Yeosu	0.5	95.1
Gwangju	0.3	63.6
Jeonju	0.3	52.0
Gunsan	0.2	47.9
Namwon	0.3	43.8
Buan	0.2	42.4
Mokpo	0.2	36.6
Imsil	0.2	35.6
Jeongeup	0.1	30.6

다음 Table 16은 지점별 연평균 강수일수와 연평균 강수량 변화를 선형분석하여 추세를 도표화 하였다. 여기서는 150 mm 이상 강수일수는 변화가 유의하지 않아 생략하였다. 그 결과 완도, 주암, 군산, 전주, 정읍지점이 호남지역의 평균기준보다 상승폭이 크게 나타나는 것으로 나타났다.

Table 16. The tendency of annual average days and amount of precipitation with 0.1 mm, 10 mm, 80 mm precipitation for each station during 1973~2011.

Station	0.1 mm		10 mm		80 mm	
	Precipitation days	Precipitation	Precipitation days	Precipitation	Precipitation days	Precipitation
Goheung	-0.25	-0.765	0.017	0.415	-0.029	-2.029
Gwangju	0.194	3.959	0.045	3.836	0.025	2.581
Mokpo	0.28	4.306	0.129	4.25	-0.002	-0.883
Yeosu	0.029	3.947	0.085	4.882	0.023	1.981
Wando	0.685	6.978	0.019	6.599	0.045	3.503
Jangheung	0.011	4.077	0.076	4.668	-0.001	0.112
Hanam	-0.31	1.196	0.084	1.944	-0.01	-1.049
Juam	0.023	5.776	0.097	6.924	0.019	3.235
Gunsan	0.224	5.6	0.123	6.019	0.033	3.959
Jeonju	0.139	4.772	0.056	4.786	0.034	3.875
Namwon	0.1	3.974	0.083	4.436	0.021	3.217
Buan	0.101	2.198	0.001	2.031	0.008	1.631
Imsil	-0.173	4.325	0.019	5.148	0.043	5.571
Jeongeup	0.375	5.599	0.036	5.583	0.042	5.707

## 다. 강수지속일수

강수지속일수 또는 강수계속일수는 일강수량이 0.1mm이상인 날이 지속되는 기간을 일수단위로 표현한 것이다. Fig. 17은 최근 39년(1973~2011)동안에 강수지속일수별로 호남지역(14개 지점)에서 나타난 일수들의 총합과 해당 강수량의 총계를 통계 분석한 것이다.

Fig. 17에서 나타나는 것과 같이 최근 39년간 호남지역에서 발생한 강수지속일수가 1일(13970회), 2일(9339회), 3일(3711회), 4일(1697회), 5일(765회), 6일(458회), 7일(191회), 8일(84회), 9일(54회)로 나타났다. 해당 강수량총계는 1일(106982.4 mm), 2일(207053.1 mm), 3일(144498.2 mm), 4일(90614.2 mm), 5일(60028.5 mm), 6일(52206.7 mm), 7일(25179.7 mm), 8일(12158.7 mm), 9일(9817.7 mm)로 집계되었다.

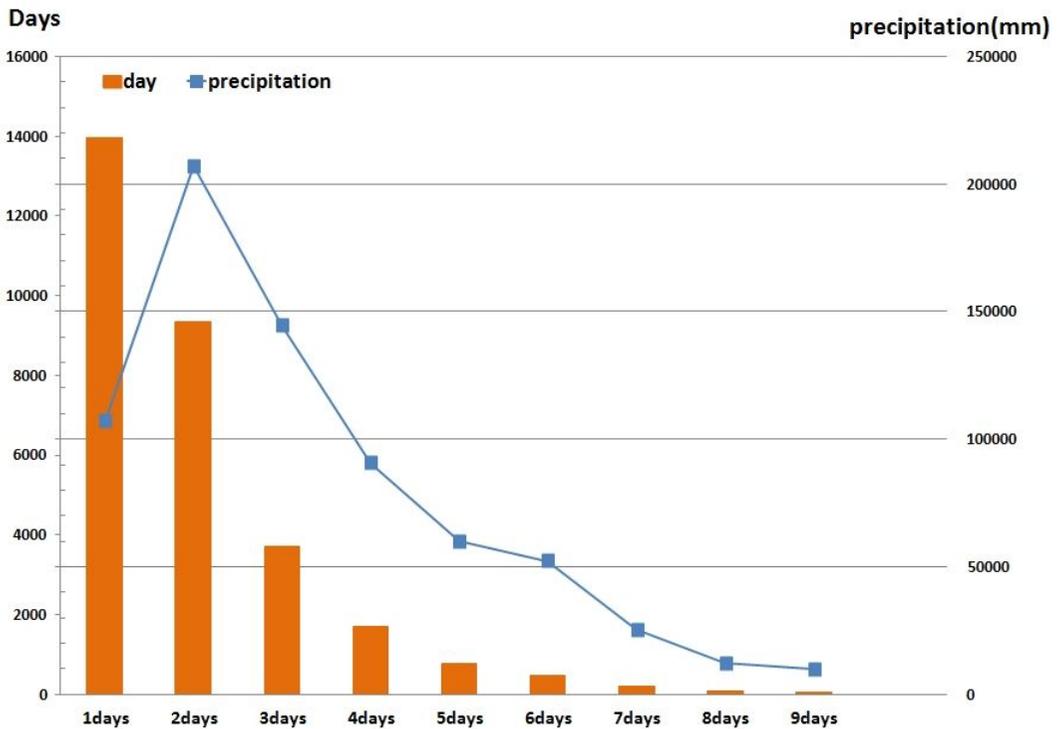


Fig. 17. The total wet days and amount of precipitation in Honam region during 1973~2011.

Table 17에서와 같이 강수지속일수는 하루 동안 지속된 단기적인 강수현상일이 연간 25.6회로 가장 많이 나타났으며, 2일(17.1회), 3일 강수지속일수(6.8회) 순으로 나타나 대부분의 호남지역의 강수지속형태가 3일 이내에 나타났다. 그리고 3일 이상 지속된 강수일수는 연간 6.2회가 발생하는 것으로 분석되었다.

강수지속일수에 대한 연평균 강수량을 보면, 2일 동안 지속된 해당 강수량이 연간 379.2 mm로 가장 많이 나타났으며, 3일(264.6 mm), 1일(195.9 mm), 4일(166.0 mm) 순으로 나타났다. 결과적으로 호남지역에서 발생하는 강수지속일수가 3일 이내의 비율이 전체의 88.8%(49.5회)를 차지하는 것에 비해 해당 강수량의 비율은 61.7%(839.8 mm)로 나타나는 것으로 분석되며, 상대적으로 3일 이상 지속된 강수일수의 비율은 11.2%(6.2회)이지만, 해당 강수량은 전체의 38.3%(521.7 mm)를 차지한 것으로 분석되었다.

이는 3일이내의 강수일을 단기적인 강수형태, 3일이상의 강수일을 장기적인 강수형태라고 구분하여 보았을 때, 호남지역에서 나타나는 강수의 형태는 단기가 대다수를 차지하였다. 그러나 장기적인 형태의 강수가 발생했을 때 내리는 강수량이 단기는 0.7 mm/day, 장기는 3.4 mm/day로 일수대비 강수량의 비율이 장기적인 강수형태가 약 4.92배 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

Table 18은 1일부터 10일이상의 호남지역의 14개 지점의 연속강수일수와 강수량 총계를 1973~2011년까지 연도별로 분류한 것이다.

Table 17. The annual average wet days and amount of precipitation and these ratio for 9 consecutive days for each station during 1973~2011.

Average	Number of day (number)	Number of day (%)	Precipitation (mm)	Precipitation (%)
1 days	25.6	45.9	195.9	14.4
2 days	17.1	30.7	379.2	27.9
3 days	6.8	12.2	264.6	19.4
4 days	3.1	5.6	166.0	12.2
5 days	1.4	2.5	109.9	8.1
6 days	0.8	1.5	95.6	7.0
7 days	0.3	0.6	46.1	3.4
8 days	0.2	0.3	22.3	1.6
9 days	0.1	0.2	18.0	1.3

Table 18. The annual cumulative amount of precipitation for 10 consecutive wet days for each station during 1973~2011.

Year	1 days	mm	2 days	mm	3 days	mm	4 days	mm	5 days	mm
2011	304	1728.6	212	3136.5	93	2993.3	70	3690.9	21	2848.5
2010	304	2045.1	225	4507.3	112	5213.4	74	2694.2	27	1373.6
2009	365	2442.6	267	4287.6	123	5053.2	35	1197.4	16	556.3
2008	281	1882.4	299	5584	96	2428.2	34	890.4	16	749
2007	350	2477.7	209	4541.1	68	3095.5	36	2908.4	26	2049.3
2006	340	3219.4	274	6811.4	94	2765.7	44	2394.1	14	2117.2
2005	318	1754.8	229	5792.7	89	2536.9	38	2686.8	30	1714.4
2004	294	2610	222	4117.7	66	2899.3	47	3916.4	26	2160.2
2003	297	3926.1	201	5943.5	138	4789.6	60	2820.5	26	2275.6
2002	287	2037.4	246	6015.7	131	6170.2	46	1759.8	23	1218.4
2001	306	1989.4	218	3937.4	108	4402.1	43	1397.4	30	1955.7
2000	433	3649.9	277	6002.3	71	2399.9	21	2350.9	5	683.8
1999	312	3305.4	286	8080.1	117	4650.1	36	2296.6	8	661
1998	310	2479	218	4967.7	91	3096.2	47	4838.9	38	5897.3
1997	351	3391.1	215	5682.8	81	5080.4	25	1834.6	7	553.8
1996	305	2463.9	257	6204.7	84	2722	42	2512.1	6	449
1995	415	2214.5	246	5397.5	68	1278.2	25	810.1	19	1991.4
1994	331	1845.2	245	5407	77	3479.3	18	800.5	2	128.8
1993	358	2405.9	254	5838.6	52	2384.6	61	3478.2	17	849
1992	458	3212.5	237	4236.5	87	2807.2	48	2698.1	24	1272.5
1991	334	2327.2	191	4883	126	4393.4	46	1972.5	33	1635.9
1990	348	2880.3	220	4355.2	126	5014.4	73	3212.2	15	1091.5
1989	320	1744.6	250	6153.6	98	4437.3	41	3220.3	19	1532.4
1988	383	2510.2	220	3003.8	94	2606.6	31	836.7	24	1049.4
1987	361	2518.8	223	6241.3	110	3459.2	44	2401.7	26	1883.9
1986	354	2844.7	242	5572.2	91	4005.1	56	3854.4	27	2342.7
1985	344	2357.5	292	7690.7	87	3515.8	59	3552.9	16	825.9
1984	364	2224.5	269	6339	97	2920.1	38	1525.3	27	3646.2
1983	422	2741.1	259	3918.6	112	3844.8	55	2253.9	13	1249.7
1982	469	3868.9	226	3786.9	71	2282.4	46	3245.5	6	357.4
1981	334	2214.7	264	5461.6	80	4331.7	34	2107	27	2163
1980	367	2821.5	294	7906	127	6015.5	68	3216.9	21	836.7
1979	375	3897.7	238	6268.6	81	5143.5	28	1405.8	24	1187.9
1978	355	1851.8	184	3267.6	74	2535.9	53	3080.9	10	1796
1977	472	3289.8	218	4955.4	80	2616.8	32	1004.5	13	610.1
1976	425	3258.7	253	4901.6	87	2207.5	48	1725.9	19	750.9
1975	469	5560.6	235	4548.8	140	6365.3	26	1441.6	19	1390
1974	374	3799	208	5022.4	88	4866.6	14	630.3	28	3395.4
1973	381	3189.9	216	6284.7	96	3691	55	1949.6	17	778.7
Total	13970	106982.4	9339	207053.1	3711	144498.2	1697	90614.2	765	60028.5

Table 18. Continued.

Year	6 days	mm	7 days	mm	8 days	mm	9 days	mm	More than 10 days	mm
2011	6	837	8	913	8	1649	3	433	9	2865
2010	19	1135.9	11	757	3	727	8	1830	9	1880
2009	7	819.9	4	1237	1	129	0	0	8	2564
2008	12	500.8	3	421	3	557	3	489	3	201
2007	14	3101.2	13	1675	6	1023	2	335	7	1971
2006	6	999.3	5	680	2	229	2	454	2	282
2005	13	929	6	389	6	659	2	211	8	1449
2004	12	1632.3	3	476	3	851	9	2001	5	1121
2003	8	950	6	626	2	361	0	0	19	5055
2002	10	603.9	4	708	3	384	0	0	7	2349
2001	7	957.2	4	321	0	0	0	0	0	0
2000	18	2836	4	784	0	0	2	611	5	746
1999	14	1848.1	3	308	6	1079	0	0	5	1055
1998	12	910.7	1	47	7	488	0	0	5	1840
1997	21	1760.2	4	667	4	692	1	217	0	0
1996	18	1576.3	3	210	0	0	0	0	0	0
1995	4	360.8	3	271	1	146	0	0	0	0
1994	1	90.5	0	0	1	18	1	185	0	0
1993	7	757.4	6	1263	2	108	1	86	12	2616
1992	9	457.7	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	24	2526.1	6	745	1	117	0	0	0	0
1990	7	937.7	2	290	0	0	1	214	8	1997
1989	18	2356.1	13	1603	1	65	0	0	5	1043
1988	9	665	1	18	1	188	1	218	0	0
1987	20	4214.3	10	1463	1	196	0	0	1	184
1986	5	336.9	1	3	1	18	2	187	6	638
1985	30	3855.1	12	3649	2	239	1	168	11	1946
1984	6	841.1	3	25	0	0	1	274	2	491
1983	19	1899.5	3	159	3	223	0	0	2	167
1982	4	312.2	3	335	2	329	0	0	0	0
1981	12	3090.8	1	210	2	303	2	254	5	415
1980	18	793.9	7	775	2	415	1	130	4	197
1979	13	839.9	1	21	1	174	2	152	11	1629
1978	8	1358.4	13	2156	1	143	4	341	0	0
1977	7	367.7	4	129	4	162	0	0	0	0
1976	18	1260.9	11	838	1	56	2	306	1	97
1975	2	108.5	0	(0)	0	0	0	0	1	28
1974	15	3043.1	7	976	3	431	3	723	0	0
1973	5	335.3	2	35	0	0	0	0	0	0
Total	458	52206.7	191	25180	84	12159	54	9818	161	34824

(1) 강수지속일수

Table 19은 1973~2011년간 호남지역에서 발생한 연평균강수지속일수를 지역별로 구분한 것이다. 단속적인 강수라고 할 수 있는 1일 강수지속일수는 전북지역인 부안, 남원, 전주, 임실 순으로 나타났다. 2일과 3일 지속일수는 전선이나 종관저기압과 관련하여 기압골에 의한 온대저기압이 지날 때 주로 나타난다고 볼 수 있는데, 3일 기준으로 전남권(광주, 목포, 주암, 해남)에서 비교적 높은 지속일수를 보였다. 특히, 광주는 1일 지속일수를 제외하고 2일 지속일수부터 타 지역보다 지속일수가 높게 나타나는데, 이는 도시화 효과에 의해 타 지역보다 많은 양의 에어로졸과 열섬효의 영향으로 대기 불안정도가 높아 강수가 나타날 확률이 높기 때문으로 예상된다.

Fig. 18에서 보면 호남지역은 3일 이내의 비율이 90%내외를 기록하고 있으며, 1일, 2일, 3일 순의 비율을 차지하고 있다.

Table 19. The annual consecutive wet days for the period of 10 days for each station during 1973~2011.

Station	rept 1 day	rept 2 day	rept 3 day	rept 4 day	rept 5 day	rept 6 day	rept 7 day	rept 8 day	rept 9 day	rept 10 day
Goheung	24.26	15.79	5.72	2.49	1.00	0.54	0.23	0.15	0.08	0.26
Gwangju	24.85	18.13	8.00	3.85	1.54	1.13	0.49	0.08	0.08	0.41
Mokpo	25.26	16.85	7.82	3.28	1.67	0.90	0.44	0.08	0.15	0.34
Yeosu	22.44	16.23	6.00	2.67	1.18	0.54	0.23	0.21	0.10	0.39
Wando	25.15	17.08	7.00	2.51	1.33	0.54	0.38	0.10	0.10	0.27
Jangheung	25.64	17.21	6.90	2.41	1.41	0.74	0.31	0.13	0.08	0.20
Hanam	24.28	18.15	7.26	3.31	1.36	0.79	0.33	0.08	0.10	0.20
Juam	25.62	17.26	7.31	3.03	1.54	0.67	0.36	0.18	0.10	0.33
Gunsan	26.38	17.49	6.44	3.10	1.31	1.03	0.46	0.33	0.08	0.31
Jeonju	27.08	18.49	6.56	3.77	1.51	0.95	0.41	0.21	0.13	0.36
Namwon	27.18	16.59	6.31	3.33	1.38	0.82	0.31	0.13	0.15	0.25
Buan	27.49	15.72	6.23	2.92	1.51	0.90	0.36	0.15	0.15	0.12
Imsil	26.82	17.62	7.08	3.51	1.31	1.33	0.33	0.13	0.03	0.45
Jeongeup	25.77	16.87	6.54	3.33	0.60	1.68	0.26	0.21	0.05	0.22

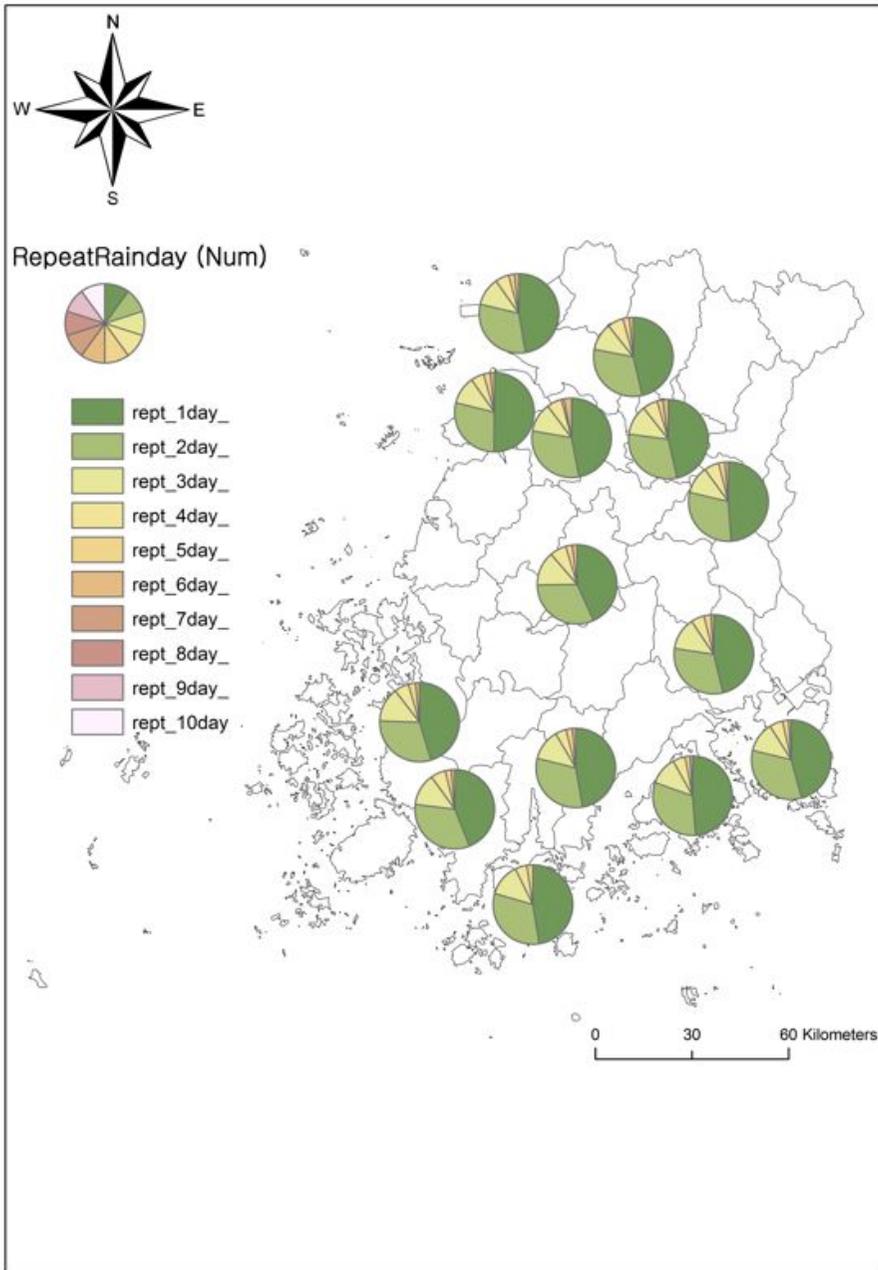


Fig. 18. The annual average wet days of ratio for 10 consecutive days during 1973~2011.

(2) 강수지속일수 대비 강수량

Table 20은 1973~2011년간 호남지역의 해당 강수지속일수의 연평균 강수량을 지점별로 구분한 것이다. 먼저, 1일부터 3일 연속 연평균 강수량은 주로 전남 남해안 권에서 두드러지게 나타나는 반면, 연속 4일 이상인 연평균 강수량은 점차 호남권 내륙에서 크게 나타나는 것으로 나타났다.

Table 20. Same as Table 19 except for annual precipitation.

Station	1 day	2 day	3 day	4 day	5 day	6 day	7 day	8 day	9 day	10 day
Goheung	244.91	443.13	284.72	179.36	111.79	81.77	27.93	23.66	13.10	55.42
Gwangju	173.22	341.60	278.72	195.88	120.65	120.43	61.93	9.77	11.37	72.14
Mokpo	158.77	315.75	249.40	132.39	96.87	66.39	54.18	2.53	17.54	41.59
Yeosu	186.72	429.52	275.80	176.57	97.33	68.68	53.21	29.12	17.42	91.66
Wando	226.96	434.81	331.47	169.46	107.36	74.39	68.75	13.58	20.44	56.28
Jangheung	233.61	417.65	329.82	125.86	127.64	118.79	45.10	23.31	18.80	55.37
Hanam	173.75	414.92	284.98	159.68	83.08	112.29	39.96	8.96	22.45	26.83
Juam	208.78	374.51	312.58	191.89	143.79	84.92	66.97	27.88	25.84	87.01
Gunsan	167.48	341.93	220.97	141.61	94.92	92.48	48.73	42.92	9.31	61.36
Jeonju	168.83	342.08	216.02	176.63	126.03	89.21	41.94	34.95	23.38	80.97
Namwon	201.51	356.63	235.04	182.48	124.54	96.13	40.07	24.81	28.21	61.39
Buan	215.87	358.22	212.72	151.55	91.41	107.59	32.38	15.11	31.26	33.39
Imsil	171.14	356.80	248.58	172.08	91.57	134.13	37.04	12.54	3.54	121.96
Jeongeup	211.60	381.52	224.27	168.01	31.11	182.51	27.44	42.63	9.08	47.54

Fig. 19은 호남지역의 각 지점별로 강수지속일수에 해당하는 강수량의 비율을 ArcGis를 이용하여 호남지역의 지도상에 원형 그래프로 표현한 것이다. 호남지역은 3일 이내의 강수량비율이 연강수량 대비 50~60% 내외를 기록하고 있으며, 전남지역이 전북지역에 비해 약 5%정도 그 비율이 높은 것으로 나타났다. 그리고 광주, 장흥, 전주, 부안, 임실, 정읍을 제외하고 나머지 지점에서 2일, 3일, 1일, 4일의 순으로 나타나는 것으로 분석되었다.

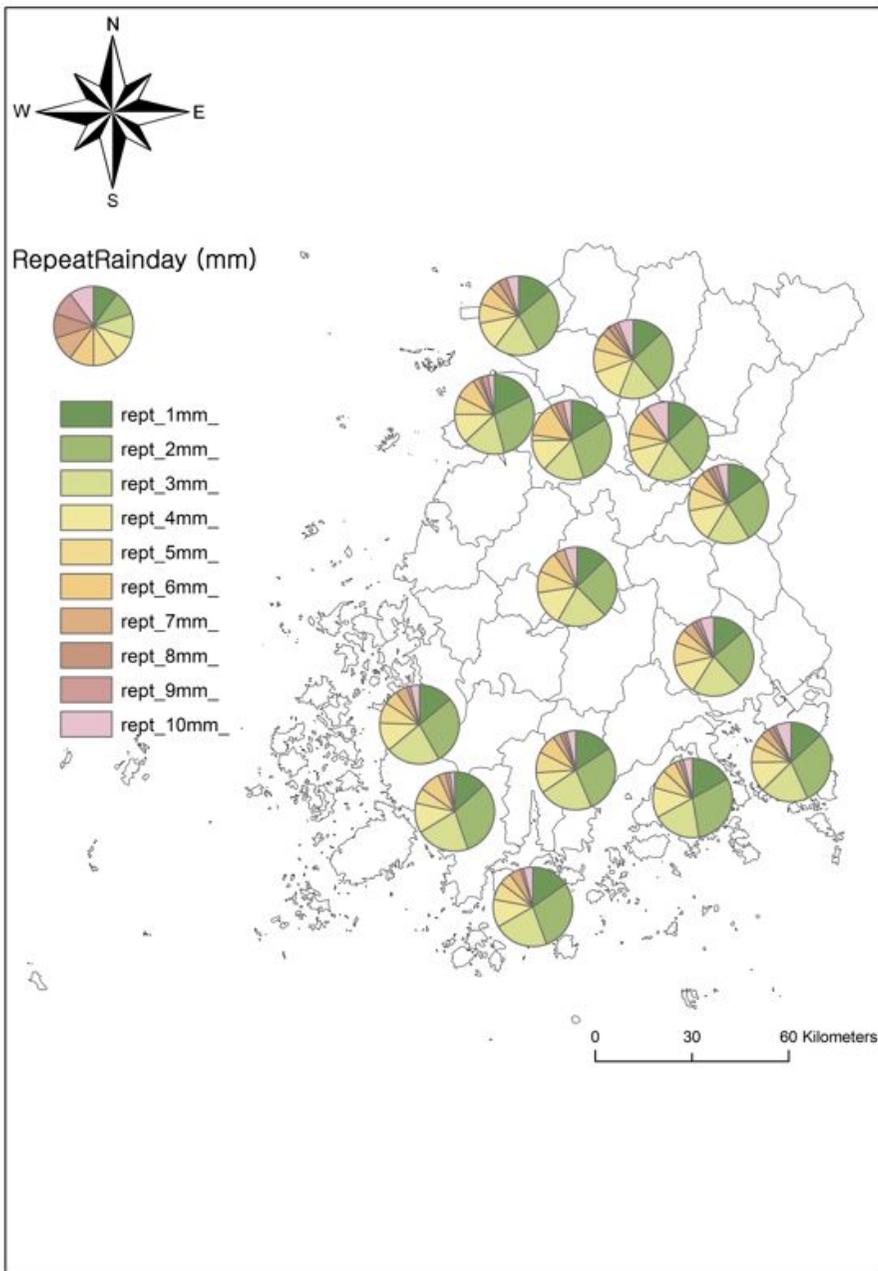


Fig. 19. The annual average wet days precipitation of ratio for 10 consecutive days during 1973~2011.

### 제3절 호남지역의 미래 강수량 변화 전망

이 절에서 사용된 미래기후 시나리오는 'IPCC 5차 평가보고서 대응을 위한 기후 변화 시나리오 보고서 2011'을 참고하여 대표농도경로에 의한 미래기후 강수량변화 전망을 예측하였다.

국립기상연구소는 온실가스 배출 감축정책 이행 여부에 따라 구분할 수 있는 4종의 RCP 중에서 2011년 6월에 RCP8.5, RCP4.5 온실가스 시나리오에 대해서 2100년까지 미래 기후변화 시나리오를 산출하였다. 그리고 대기 중 온실가스 농도에 따라 미래 전 지구 기후가 어떻게 변화될 것인지에 대한 전망을 분석하였고, 전 지구 기후변화 시나리오 산출과 함께 지역적인 기후특성을 반영한 한반도 기후변화 시나리오를 생산하였다.

우리나라 지역에 대한 고해상도 지역 기후변화 시나리오를 산출하기 위해서 약 12.5km 수평분해능 200(동서) × 180(남북) 격자로 모델 영역을 설정하였으며, 이 영역은 우리나라를 비롯하여 중국 및 일본의 일부 지역을 포함하고 있다. 이 때, 대규모 강제력 정보는 동서남북 각각 8개의 격자점으로 구성된 완충지역(buffer zone)을 통해 측면경계조건으로 처방된다. 따라서 실제로 사용자에게 제공되는 자료의 수평영역은 8개의 측면 격자점을 제외한 184 × 164 격자이다.

고해상도 지역 기후변화 시나리오는 과거기후모의(1950~2005년)와 2종 시나리오(RCP8.5/4.5)에 기초한 미래기후전망(2006~2099)에 대한 지역기후모델 자료로 구성된다. 지역기후모델 자료를 전(全) 지구모델 결과와 비교해보면 고해상도 지역기후모델의 장점이 잘 나타난다. 다시 말해서, 강수 및 지상기온모의에 있어 전 지구 모델에서는 표현할 수 없는 복잡한 지형의 효과에 의한 소규모 특징이 잘 모의된다. 따라서 미래기후전망에 있어서도 상세한 기후 변화 정보를 산출할 수 있다(국립기상연구소, 2011).

한반도의 미래 강수량 변화전망으로 RCP 시나리오 중 RCP4.5(540 ppm)에서는 강수량이 1971~2000년 평년값 대비 2070~2099의 평년값의 편차가 17.3% 증가가 예상되고, RCP8.5(940 ppm) 기준으로는 20.4% 증가할 것으로 보인다. 이 강수량 증가는 남해안과 중서부 지역에서 두드러지게 나타나므로, 호남지역에서는 남해안 지역이 다른 타 지역에 비해 상승이 두드러질 것으로 예측된다.

Fig. 20의 각 시나리오에 따른 연평균 강수량의 변화를 살펴보면, 1980~2009년

평균강수량을 기준으로 21세기 후반에는 RCP4.5 시나리오 하에서는 15.8%, RCP8.5 시나리오 하에서는 18.7% 증가할 것으로 전망된다. 이와 같이 강수량 변화는 RCP4.5와 RCP8.5 시나리오에서 모두 상승 추세를 보이고 있으며, 고농도 시나리오인 RCP8.5에서 상승폭이 더 높게 나타난다.

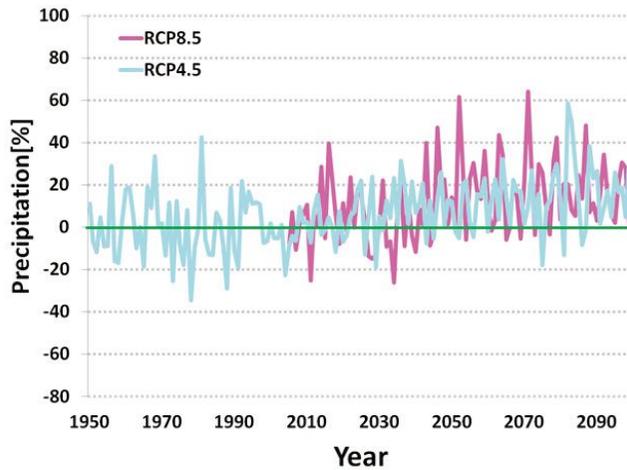


Fig. 20. The average annual precipitation change (%) of 1950–2099 compared with 1980–2009 average. RCP4.5 and RCP8.5 each blue and pink(National Institute of Meteorological Research, 2011).

Fig. 21에서 RCP4.5 시나리오에 의해 모의된 우리나라 상세 연평균 강수량을 공간적으로 살펴보면, 1980년부터 2009년까지 30년간 호남지역에서 가장 강수량이 크게 나타나는 곳은 해남, 장흥, 고흥 등의 남해안지역에서 크게 나타나며, 21세기 전반(Fig. 21 b)과 21세기 후반(Fig. 21 c)에 일강수량 또한 다른 지역에 비해 상승비율이 높은 것으로 나타났다.

Fig. 22에서 RCP8.5 시나리오에 의해 모의된 우리나라 상세 연평균 강수량을 공간적으로 살펴보면, Fig. 22 (a)는 Fig. 21 (a)과 같은 현재의 일강수량 분포이며, 21세기 전반(Fig. 22 b)에서 21세기 후반(Fig. 22 c)으로 갈수록 호남지역 전체적인 강수비율은 증가하는 것으로 나타나며, RCP4.5의 기준보다 높은 값인 40% 상승비율(%)을 보일 것으로 예상된다. 지역적으로 호남의 남해안지역과 호남내륙지역간의 강수량편차 또한 증가할 것으로 나타났으며, 이는 RCP4.5보다 RCP8.5에서 더욱

두드러지게 나타난다.

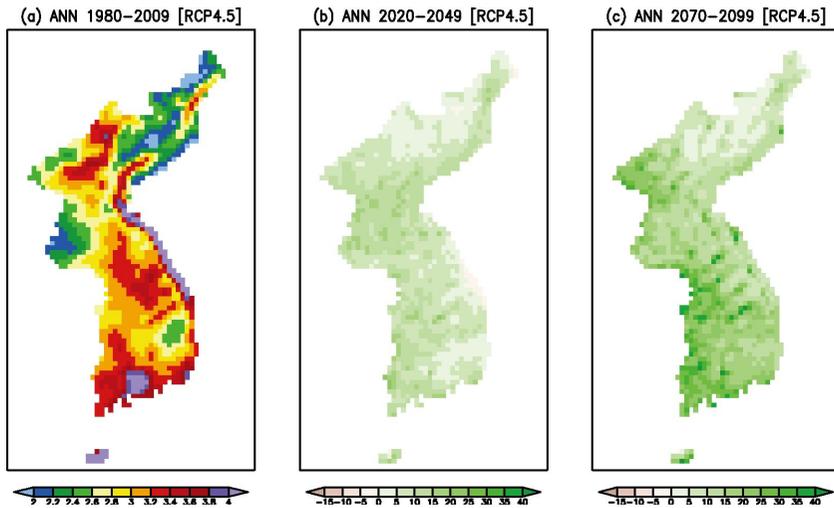


Fig. 21. RCP4.5 scenario simulated by current climate of annual precipitation ( $\text{mm day}^{-1}$ ) and future changes (%) distribution; (a) Present (1980~2009), (b) The early 21st century(2020~2049) and (c) The late 21st century (2070~2099) (National Institute of Meteorological Research, 2011).

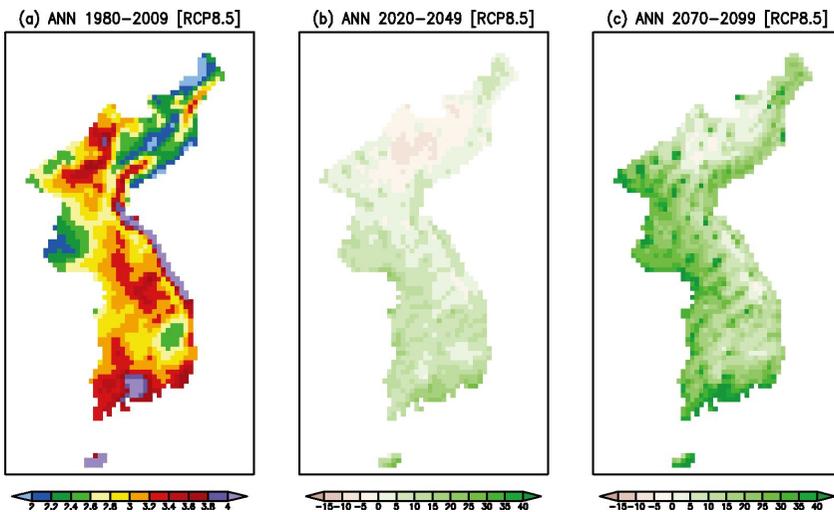


Fig. 22. Same as Figure 21 except for RCP8.5 (National Institute of Meteorological Research, 2011).

Fig. 23에서와 같이 강수량은 RCP8.5보다 저농도 시나리오인 RCP4.5에서 상승폭이 큰 계절도 있다. 봄철과 겨울철에는 RCP8.5에서의 강수증가량이 크며, 반면에 여름철과 가을철에는 RCP4.5의 강수증가량이 크다. 그리고 두 시나리오 모두 겨울철의 증가 추세가 다른 계절에 비해 월등히 높게 나타난다. 대체적인 추세로 봄철에는 한반도 대부분 지역의 강수가 증가할 것으로 전망되나, 일부 동해안 지역은 다소 감소할 것으로 전망된다. 여름철의 경우에는 지역적 차이가 더욱 크며, 대체로 남부 지역에 강수 증가가 나타나고 내륙 일부 지역은 강수량 감소가 전망된다. 가을철에는 중·남부 내륙 지역은 다소 감소할 것으로 전망되고, 북부지역은 뚜렷이 증가할 것으로 전망 된다. 겨울철에는 대체로 한반도 전역의 강수가 증가할 것으로 전망되며, 특히 RCP8.5 시나리오의 경우에는 남해안 일부 지역 및 중북부 지역의 강수량이 현재의 두 배 이상으로 증가할 것으로 전망된다(국립기상연구소, 2011).

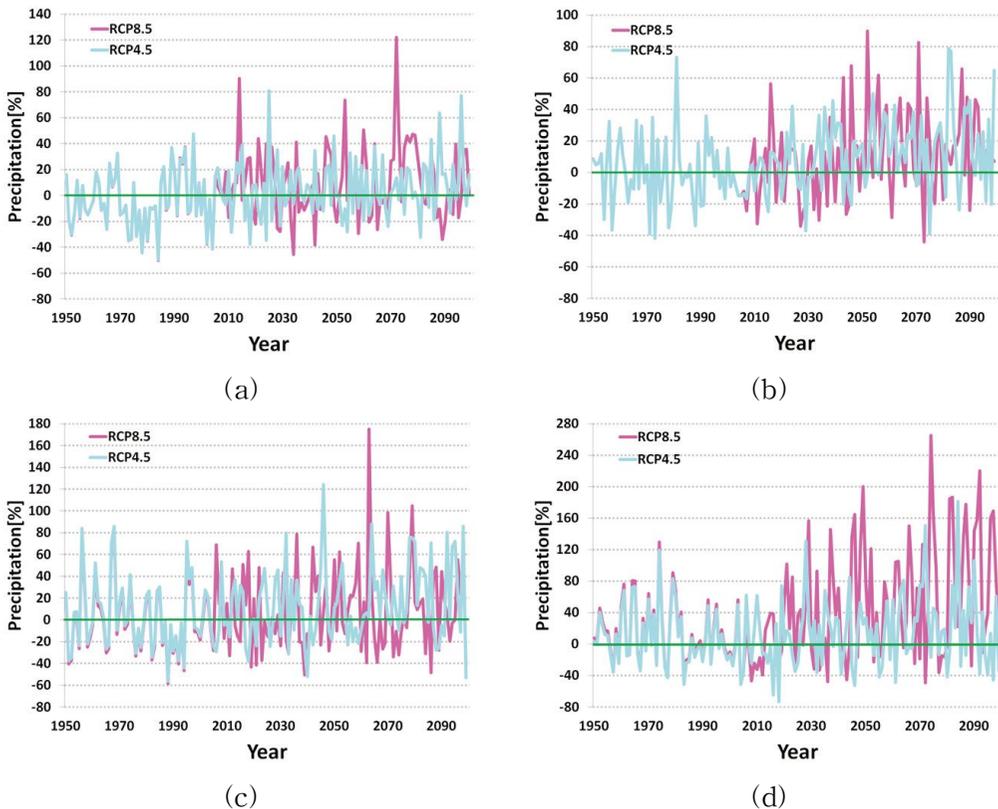


Fig. 23. Same as Figure 20 except for (a)spring, (b)summer, (c)autumn and (d)winter (National Institute of Meteorological Research, 2011).

Fig. 24에서 RCP4.5 시나리오에 의해 모의된 우리나라 상세 계절 평균 강수량을 공간적으로 살펴보면 먼저, Fig. 24 (a)와 Fig. 24 (b)는 각각 RCP4.5, RCP8.5 시나리오에 의한 봄철 강수량변화이다. 호남지역의 봄철 강수량변화는 21세기 후반으로 갈수록 강수비율이 증가하는 것을 볼 수 있으며, 특히, RCP4.5에서보다 RCP 8.5에서 그 비율이 높은 것을 알 수 있다. 또한, 호남지역의 주장수구역인 남해안지역보다 전북서해안지역과 전남 내륙지역에서 그 강수비율이 더 크게 증가하는 것으로 나타났다.

Fig. 24 (c)와 Fig. 24 (d)는 각각 RCP4.5, RCP8.5 시나리오에 의한 여름철 강수량변화이다. 호남지역의 여름철 강수량변화는 21세기 후반으로 갈수록 강수비율이 증가하는 것을 볼 수 있으며, 봄철과 반대로 RCP8.5에서보다 RCP4.5에서 그 비율이 높은 것으로 나타났다. 또한, 호남지역의 남해안 지역과 호남내륙에 위치한 지역과의 지역간 강수량편차 또한 증가한 것으로 나타났으며 이는 RCP4.5보다 RCP 8.5에서 더욱 두드러지게 나타난다.

Fig. 24 (e)와 Fig. 24 (f)는 각각 RCP4.5, RCP8.5 시나리오에 의한 가을철 강수량변화이다. 호남지역의 가을철 강수량변화는 21세기 후반으로 갈수록 서해안과 남해안을 중심으로 강수비율이 증가하는 것을 볼 수 있으며, 내륙에 위치한 지역은 오히려 강수비율이 감소하는 경향을 보인다. 또한, 여름철과 같이 RCP8.5에서보다 RCP4.5에서 그 비율이 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한, 호남지역의 남해안 지역과 호남내륙에 위치한 지역과의 지역간 강수량편차 또한 증가한 것으로 나타났으며 이는 RCP4.5보다 RCP8.5에서 더욱 눈에 띄게 나타난다.

Fig. 24 (g)와 Fig. 24 (h)는 각각 RCP4.5, RCP8.5 시나리오에 의한 겨울철 강수량변화이다. 호남지역의 겨울철 강수량변화는 21세기 후반으로 갈수록 남해안 일부 지역(고흥, 여수)과 전북서해안지역(부안, 군산)에서 강수비율이 크게 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한, 여름철과 가을철과는 반대로 RCP4.5에서보다 RCP8.5에서 그 비율이 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 또한, 호남지역 대부분 지역에서 강수비율이 균등한 증가가 나타나는 반면, 남해안 일부지역과 전북서해안지역에서 다른 계절에 비해 2배 이상의 비율로 증가할 것으로 나타난다. 또한, 이는 RCP8.5에서 더욱 두드러지게 나타난다.

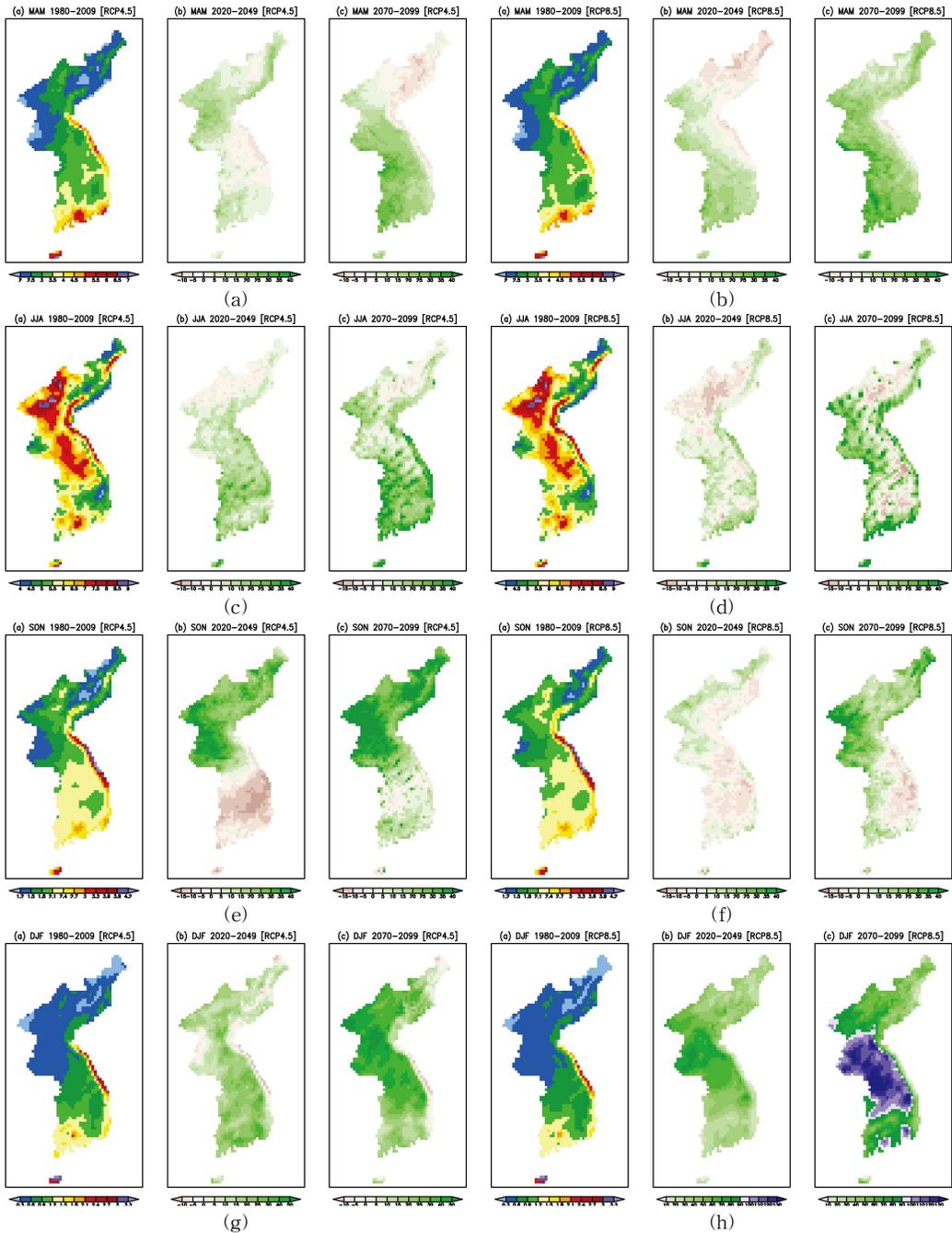


Fig. 24. RCP scenario simulated by current climate of seasonal precipitation ( $\text{mm day}^{-1}$ ) and future changes (%) distribution; (a)RCP4.5 spring, (b)RCP8.5 spring, (c)RCP4.5 summer, (d)RCP8.5 summer, (e)RCP4.5 autumn, (f)RCP8.5 autumn, (g)RCP4.5 winter and (h)RCP8.5 winter (National Institute of Meteorological Research, 2011).

## 제4장 결론 및 제언

본 연구에서는 호남지역의 관측소를 기준으로 최근 39년(1973~2011년)동안 일강수량 자료를 기초하여 연과 계절의 강수량 변동을 분석하고, 통계적 방법과 회귀분석 방법을 이용하여 강수의 특성을 파악하였다.

1) 호남지역에서 연과 계절 강수량의 평년 변화를 분석한 결과 연평균 강수량이 평년 대비 35 mm증가한 것으로 나타났으며, 여름철 강수량은 전체 강수량 대비 1.75%상승하여 여름철에 강수가 과거에 비해 집중적으로 나타나고 있다고 분석된다. 이는 전월 대비 7, 8월 강수량의 변동 폭이 가장 크게 증가하여 여름철 강수량의 상승을 주도한 것으로 나타났다. 특히, 봄철 강수량은 전 평년대비 88.77%의 비율로 나타나 봄철과 여름철의 강수편차가 증가하였음이 분석되었다. 공간적으로는 호남지역의 남해안지역에서 1차 산줄기와 2차 산줄기로 형성된 삼각형의 구조로 인해 남풍이나 남서풍 계열의 바람이 불거나 열대저기압이 북상할 때 많은 양의 강수가 나타나 전남서해안과 전북내륙지역에 비해 연중 강수량이 크게 나타나는 것으로 보인다.

2) 최다강수량의 경년변화에서는 연 최다1시간강수량과 연 최다일강수량 모두 선형적으로 각각 0.28 mm/year, 0.21 mm/year만큼 상승하는 것으로 나타났다. 호남지역 평균대비 연 최다1시간강수량의 상승폭이 높은 지역은 주암, 장흥, 고흥, 광주, 전주, 해남, 임실, 남원, 군산, 정읍 순으로 나타났으며, 특히, 주암은 매년 0.626 mm씩 상승하여 호남지역의 평균보다 2배 이상 큰 상승폭이 나타났다. 공간적으로는 호남지역의 남해안지역에서 그 상승폭이 큰 것으로 분석되었다. 연 최다일강수량에서 상승폭이 높은 지역은 임실, 장흥, 남원, 주암, 전주, 완도, 광주, 목포, 정읍 순이며 임실은 매년 0.904 mm씩 상승하여 호남지역의 평균보다 4배 이상의 큰 상승폭이 나타난 것으로 분석되었다. 공간적으로는 전북지역의 내륙지역에서 그 상승폭이 크고, 남서해안 지역은 오히려 감소하는 것으로 분석되었다. 또한, 2000년대 이후 상위 10순위 내에 각각 5회와 3회로 나타나 최근 강수강도가 높아지고 있는 추세인 것으로 분석된다.

3) 강수일수는 0.1, 10, 80, 150 mm 기준 모두 대부분의 지역에서 상승하는 것으로 나타났으며, 0.1 mm 이상 강수일수가 가장 높은 지역은 비교적 내륙에 위치한 광주로 나타났지만 높은 기준 값으로 갈수록 남부해안지역에 위치하는 완도, 주암,

장흥과 고흥에서 각 기준별로 가장 많은 일수와 강수량이 나타나는 것으로 분석되었다. 10, 80 mm 이상에서 남해안 지역은 종관규모의 강수의 영향을 많이 받는 지역으로 소백산맥을 끼고 있는 지역인 완도, 고흥, 장흥, 순천으로 나타났고, 노령산맥 풍하측에 위치한 목포에서 가장 그 영향이 적은 것으로 분석된다.

4) 강수지속일수는 하루 동안 지속된 단기적인 강수현상일이 연간 25.6회로 가장 많이 나타났으며, 2일(17.1회), 3일 강수지속일수(6.8회) 순으로 나타나 대부분의 호남지역의 강수지속형태가 3일 이내에 나타났다. 그리고 3일 이상 지속된 강수일수는 연간 6.2회가 발생하는 것으로 분석되어, 1일 강수지속일수부터 10일 이상 강수지속일수까지의 순으로 나타났다. 단속적인 강수라고 할 수 있는 1일 강수지속일수는 전북지역인 부안, 남원, 전주, 임실 순으로 나타났다. 2일과 3일 지속일수는 전선이나 종관 저기압과 관련하여 기압골에 의한 온대저기압이 지날 때 주로 나타났다고 볼 수 있는데, 3일 기준으로 전남권(광주, 목포, 주암, 해남)에서 비교적 높은 지속일수를 보였으며, 3일 이내의 비율이 90%내외를 기록하고 있고, 1일, 2일, 3일 순의 비율을 차지하고 있다. 해당 강수량은 2일 동안 지속된 해당 강수량이 연간 379.2 mm로 가장 많이 나타났으며, 3일(264.6 mm), 1일(195.9 mm), 4일(166.0 mm) 순으로 나타났다. 또한, 3일 이내의 강수량비율이 연강수량 대비 50~60%내외를 기록하고 있으며, 또한, 전남지역이 전북지역에 비해 약 5%정도 그 비율이 높은 것으로 나타났다. 그리고 광주, 장흥, 전주, 부안, 임실, 정읍을 제외하고 나머지 지점에서 2일, 3일, 1일, 4일의 순으로 나타나는 것으로 분석되었다.

5) 한반도의 미래강수량변화 전망으로 RCP 시나리오 중 RCP4.5(540 ppm)에서는 강수량이 1971~2000년 평년값 대비 2070~2099의 평년값의 편차가 17.3% 증가가 예상되고, RCP8.5(940 ppm) 기준으로는 20.4% 증가할 것으로 보았다. 이 강수량 증가는 남해안과 중서부 지역에서 두드러지게 나타나므로, 호남지역에서는 남해안 지역이 다른 타 지역에 비해 상승이 두드러질 것으로 예측된다.

이와 같이 기후변화에 따라 강수패턴과 일강수강도, 강수지속일수, 연강수량의 변화를 예측하여 효과적인 수자원관리체계구축이 필요하며 강수량의 계절편차의 증가와 일강수강도의 증가에 따라 발생할 수 있는 자연재난에 대해 각 지역의 특성에 맞는 방재대책의 수립이 수립되도록 해야 할 것이다.

## 참고문헌

- 건설교통부 기반시설본부 수자원정책팀, 2006, 수자원장기종합계획 보완. KDI 경제정보센터.
- 국립기상연구소, 2007, 기후변화협약대응 지역기후시나리오 활용기술개발(Ⅲ), 기상연구소 연구보고서 MR070C07, p. 599.
- 국립기상연구소, 2011, IPCC 5차 평가보고서 대응을 위한 기후변화 시나리오 보고서 2011, p. 1-111.
- 권원태, 2005, 기후변화의 과학적 현황과 전망, 한국기상학회지, 41(2), p. 325-336.
- 문자연, 윤원태, 김현경, 김정은, 2007, 여름철 장마기간의 변화특성 연구, 한국기상학회 가을학술대회 논문집, p. 490-491.
- 박병익, 2003, 장마전선의 위치로 본 한반도 강수분포의 특성, 한국지역지리학회지, p. 192-202
- 소방방재청, 2010, 2009년도 방재연보.
- 윤홍주, 류찬수, 정효상, 2002, 북태평양 고기압 연변의 강수 pattern에 관한 규명, 한국기상학회지, p.58-61.
- 이우진, 2006, 일기도와 날씨해석, (주)광고이텍스, p.73-97.
- 전수경, 1999, 동아시아에서 북태평양 고기압의 발달 특성, 한국기상학회학술대회 논문집, p. 153-156.
- 중앙재난안전대책본부, 2009, 가뭄극복추진 성과보고서, 2008-2009. 소방방재청.
- 최영은, 2002, 남부지방의 강수강도와 극값의 변화경향에 관한 연구, 환경영향평가, 11(3), p. 189-2003.
- 하창환, 1997, 우리나라 강수의 일변화와 그 계절 변동성에 관한 연구, 부산대학교 석사학위논문, p. 1~60.
- 황승언, 이동규, 1993, 한반도에서 발생한 호우와 하층제트의 관련성에 관한 연구, 한국기상학회지, 29(2), p. 133-146.
- Boo, K. O., Kwon, W. T., and Baek, H.J., 2006, Change of extreme events of temperature and precipitation over Korea using regional projection of future climate change, Geophysical Research Letters, 33, L01701, doi:10.1029/2005GL023378.

- Dansgaard et al., North Atlantic Climatic Oscillation Revealed by Deep Greenland Ice Cores, in *Climate Processes and Climate Sensitivity*, ed. F.E. Hansen and T. Takahashi (Washington, D.C.: American Geophysical Union, 1984), Geophysical Monograph 29, 288–98.
- Easterling, D. R., J. L. Evans, P. Ya Groisman, T. R. Karl, K. E. Kunkel and P. Ambenje, 2000, Observed variability and trends in extreme climate events: a brief review, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(3), p. 417–425.
- IPCC, 2007, *Climate Change, 2007, The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 996.
- Manton, M. J. and Coauthors, 2001, Trends in extreme daily rainfall and temperature in southeast Asia and the South Pacific: 1961–1998, *International Journal of Climatology*, 21, p. 269–284.
- Suppiah, R., and K. Hennessy, 1998, Trends in seasonal rainfall, heavy rain-days and number of dry-days in Australia 1910–1990, *International Journal of Climatology*, 18, p. 1141–1164.

## 감사의 글

대기과학에 대한 꿈을 안고 시작한 대학원 생활동안의 많은 추억들이 스쳐지나갑니다. 2년 동안 실원 생활을 하며 학부시절 접할 수 없던 심화된 학문을 공부하였고, 여러 분야에서의 경험을 할 수 있었습니다. 그 간의 경험들은 단조로웠던 저의 삶에 엄청난 선물과 같습니다. 완성된 논문을 놓고 보니 이 분야에 대한 열정과 애정은 더욱 커지고, 자신감 또한 생깁니다. 여러모로 부족한 제가 여기까지 올 수 있었던 것은 유능하신 교수님들과 함께 동고동락한 학우 여러분들이 있었기 때문입니다. 저에게 도움을 주고 성원해주신 모든 분들에게 감사의 마음을 전합니다.

늘 따뜻하게 지켜보면서 제자의 앞길을 염려해 주시는 류찬수 교수님. 저로 하여금 대기과학을 전공할 수 있도록 이끌어 주셨고, 삶에서나 학문에서나 올바른 방향을 제시해주신 분입니다. 교수님의 가르침과 보살핌이 있었기에 지금의 제가 있다는 것을 느끼며, 당신께서 가르침에 절반도 이르지 못함을 늘 송구스럽게 생각하고 있습니다. 앞으로 보여드려야 할 과제가 많이 남아있음을 알고 저의 미흡함을 계속 키우고 채워 나갈 것을 다짐합니다. 또한, 실험실에서 보고 배운 것들을 잊지 않으며 어디에서든 열정을 잃지 않고 최선을 다하는 모습으로 보답하겠습니다.

바쁘신 와중에도 과분한 애정과 관심을 주시고 좋은 조언들을 아끼지 않으신 정효상 교수님께도 감사의 말씀을 전합니다. 교수님이 해주신 칭찬과 격려는 논문을 쓰는 동안에 찾아온 고비마다 다시 일어설 수 있는 힘의 원동력이 되어주었습니다. 그 독려 덕분에 포기하지 않고 논문을 끝마칠 수 있었다고 생각합니다. 학자로서의 삶의 자세를 몸소 보여주고 계신 교수님의 모습을 보며, 과학도로서의 사명감을 배우고 제가 앞으로 나아가야 할 방향을 다시 한 번 상기하게 되었습니다.

학위 논문 심사를 받으면서 김백조 박사님을 만나 뵈게 된 것은 저에게 크나큰 행운이었습니다. 영성하기 짝이 없던 초록을 읽고 하나하나 다듬어주신 박사님의 큰 은혜에 깊은 감사를 드립니다. 책자 끝이 닳도록 꼼꼼하게 읽고 함께 고민해주시는 박사님의 모습을 보며, 나태해지려는 몸과 마음을 경계하였고 인쇄하기 전날 까지도 처음 펜을 들었던 초심을 잃지 말자고 몇 번이고 다짐하였습니다. 논문이 완성되기까지 유익한 의견과 귀중한 조언을 아끼지 않으셨던 박사님께 드리는 감사의 마음은 이루다 말할 수 없을 것입니다.

늘 자식의 앞날을 걱정하시고 실험실 일을 핑계로 얼굴도 잘 보여주지 못하는 아들을 묵묵히 기다려주신 부모님, 못난 오빠를 믿고 따르는 든든한 동생 미리에게 무한한 사랑의 마음을 전합니다. 마지막으로 늘 함께 공부하며 대학원 생활에 큰 힘이 되어준 실험실 식구들 성은이형, 진우, 미선이, 혜민이에게도 고마움의 말을 전하고 싶습니다.