이학석사 학위논문

초겨울 초우의 원인적 발생 특성

지도교수 변 희 룡

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함

2002년 2월

부경대학교 산업대학원

지구환경과학과

정 환 근

이 논문을 정환근의 이학석사 학위논문으로 인준함

2001년 12월 15일

주 심 이학박사 오 재 호 (인)

위 원 이학박사 변 희 룡 (인)

위 원 이학박사 정 형 빈 (인)

목 차

그림 목차 ii

표 목차 ii

Abstract 1

1. 서론 3

2. 자료 7

3. 초겨울 우기 9

4. 초겨울 호우의 존재 및 정의 12

5. 초겨울 호우의 형성원인 17

5.1 아열대 고기압의 발달 17

5.2 태풍의 영향 29

6. 결론 39

참고 문헌 41

그 림 목 차

Fig. 1. observational 60 stations. 8

Fig. 2. The variation of daily mean rainfall amount averaged from 1974 to 1998 through 60 sites in Korea. Day number the serial day counted from January 1. 10

Fig. 3. The 15-days running mean of Fig. 2. 11

Fig. 4. The same as Fig. 3 except October 1 to December 24. 10

Fig. 5. Total rainfall from 21October to 6 December per year. Thick line is average rainfall during 25 years. 13

Fig. 6. Percipitation curves of every year and average for 1974-1998 from October 21 to December 10. 14

Fig. 7. Distribution of per heavy rainfall amount. Interval is 10mm. 15

Fig. 8. Contour chart of 5880gmp for a(11-20 October),b(21-31 October), c(1-10 November), d(11-20 November), e(21-30 November) and f(1-10 December). 19

Fig. 9. The time-longitude cross section of the average geopotential height(gpm) averaged between 30-35oN. 20

Fig. 10. Contour chart of v component(m/s) (a) and specific humidity (g/kg*1000) (b) at 850hPa. 21

Fig. 11. Contour map of 1000hPa(a), contour map and wind vector fields of 500hPa(b) and wind vector and specific humidity fields of 850hPa(c). wind vector unit is m/s. 24

Fig. 12. Contour map of vertical velocity. Unit is Pa/s. 27

Fig. 13. The same as Fig. 12. 28

Fig. 14 Typhoon tracks. Label is date. 31

Fig. 15. The track of Typhoon ELAINE during 23 Oct - 1 Nov 1974. 35

Fig. 16. The same as Fig. 11. 36

표 목 차

Table. 1. The date of 80mm/day or more for the period of 1974-1998. 29

The caused characteristics of the heavy rainfall in early winter

Hwang-Keun Jeong

Department of Environmental Atmospheric Sciences,
Graduate School
Pukyong National University

Abstract

In this study we are to search for whether rainfall exists in the Korean Peninsula or not after rainy season in fall and to analyze the cause of it. The precipation is so rare except in summer, because most of the precipation of Eastern Asia is much in summer related with Monsoon. And especially it is difficult to find out the study of the season from rainfall in fall forth. The result shows the existence of the early winter rainy season from Oct. 21 to Nov. 10 in the Korean Peninsula. Also, for total twenty five years from 1974 to 1998, there are about ten rainy seasons in the Korean Peninsula during the early winter rainy season. Firstly, the cause of the heavy rain is the abnormal

development of the North Pacific high. The 5880gpm of 500hPa which was considered the edge of the North Pacific high expanded to the south of Vietnam. Owing to this result, the southern wind from the low latitudes appeared from the middle of the troposphere to the lower level of that. Secondly, typhoon appeared when the heavy rain was developed in the Korean Peninsula. Typhoon played an important part in either the strength of the wind of North Pacific high or the increasing of an influx of water vapor by intensifying the southern wind in the lower level of troposphere. There is the effect of the northwestern wind in the Korean Peninsula with the result of the expansion of the Polar front and the heavy rain comes to an end finally.

1. 서론

강수는 경제와 사회 전반에 걸쳐 필수적인 자원이다. 기상학에서도 강수는 오래 전부터 중요한 연구주제였다. 그러나 이 중 동아시아의 강수연구는 대부분 하계몬순과 관련된 여름철 강수에 집중되어 왔다.

여름철 외의 강수에 대한 연구는 봄철 강수와 가을철 강수에 대한 연구가 있다. 먼저 봄철 강수에 대한 연구는 Hsu and Kao(1962), 변희룡 등(1992), Byun et al(1992a,b), 변희룡과 한영호(1994), Tian and Yasunari(1998), Byun and Lee(2000), 한상은과 변희룡(2001) 등이 있다.

두 번째 가을철 강수에 관하여도 약간의 연구축적이 있다. 한국에서는 가을장마, 일본에서는 Shurin(Muraka mi et al 1962; Kimura 1966)으로 불리는 가을우기는 8월 하순부터 9월 말 사이에 아열대 고기압이 약화되어 남쪽으로 물러나면서 발생하는 강수기간으로 하계몬순의 종료와 관련이 있다고 알려져 있다(Lee 1975, 1976; 김성삼 등 1982; 허창회와 강인식 1988; Kao and Kua 1958; Matsumoto 1992; 장마백서 1995). 그런데 가을장마 이후의 가을철 강수와 종관장 분석에 대한 연구는 거의 진행되지 않았다. 이것은 연 강수량의 대부분이 여름철에 집중되고(허창회, 강인식 1988; 권태영 등 1998) 호우로 인한 피해의 대부분이 여름철과 가을우기 기간에 집중되기 때문으로 보인다. 그러나 겨울이 연중 가장 긴 건기임을 감안할 때 이 시기의 강수는 수자원확보와 토양습기보존의 측면에서 여름 강수 못지 않게 중요하다. 따라서 가을우기 이후의 가을철 강수에 대한 원인과 특징을 밝히는 것은 학문적인 가치뿐만 아니라 경제, 사

회적으로도 가치 있는 일이다.

가을우기 이후의 계절 특징은 우선 이동성 고기압의 영향으로 맑은 날씨가 지속되는 시기이다(기상총감 1994; 두산대백과사전 2000). 따라서 강수량도 현저하게 감소한다(허창회와 강인식 1988). 한편, 10월 하순부터 강수가 증가함을 제시하는 연구가 있었다. 변희룡과 한영호(1994)는 2mm 미만의 강수일이 14일 이상 연속되는 기간을 가뭄 기간으로 정의하여 비율을 조사한 결과 각 계절마다 가뭄과 장마 기간이 나타났고, 가을 가뭄과 겨울 가뭄사이의 기간인 10월 26일에서 11월 28일까지를 겨울장마로 정의하고 이 기간에는 가을 가뭄기간과 겨울가뭄기간에 비해 강수량이 증가하는 시기임을 밝혔다. 문승의와 엄향희(1980)는 6개의 일기도 패턴에 따라 한국의 계절을 11계절로 분류하였고 이 중 늦가을을 10월 28일에서 11월 26일까지로 정의하였다. 이 기간은 9월부터 증가하던 이동성 고기압 패턴이 감소하고 기압골 패턴이 가을 중 가장 많이 나타나며 500hPa의 고도편차도에서 음의 구역의 중심이 남하하였음을 밝혔다. 그러나 문승의와 엄향희(1980)는 늦가을의 강수특성에 대해서는 언급하지는 않았다.

두 번째 이 계절의 특징은 하계 몬순기간 동안 동아시아에 진출했던 북태평양 고기압이 물러가는 시기이다(Huang and Tang, 1964). 동아시아 강우계와 하계몬순의 강도는 북태평양 고기압의 발달과 쇠퇴에 따라 변하는 것으로 알려져 있다(박순웅 등 1989; 이동규 1989; Chen 1993; 임규호 1997; 전수경 2000). 따라서 북태평양 고기압의 연구에서는 북태평양 고기압을 하계몬순의 주요형성기구로써 다루었기 때문에 가을우기 이후 북태평양 고기압의 이동과 강수와의 연관성에 대한 조사는 부족한 실정이다. 따라서 가을우기 이후의

북태평양 고기압이 강수 강도와 특징에 어떤 영향을 미치는지를 조사하는 것은 이 시기의 강수 원인을 밝히는데 중요하다.

세 번째는 급격히 발달하는 온대저기압이 나타날 수 있는 시기이다. Sanders and Gyakum(1980)은 급격히 발달하는 중위도 저기압의 통계적 연구를 통해 중위도 저기압은 해수면 온도가 0-23℃의 해역에서 급격히 발달하며 24시간 이내에 평균 1hPa로 중심 기압이 하강하는 중위도 저기압을 'meteorological bomb'라고 정의하였다. 급격히 발달하는 온대 저기압의 발달기구에 대한 연구는 홍성길과 전종갑(1978), Chang et al (1982), 이광호와 김문일(1982), 안중배와 정창희(1984), 정창희 등(1984), 박순웅 등(1986), 이동규 등(1991), 변희룡 등(1992), 변희룡과 김용상(1993), 황승언과 이동규(1993), Steenburgh and Clifford(1996), 변희룡과 허모랑(1998) 등이 있다. 한편 가을우기 이후 한반도에 급격히 발달하는 온대저기압에 대해 박선기와 이동규(1987)는 1982년 11월 29일 한반도에 100mm 이상의 호우를 초래한 저기압의 종관적 특성을 연구하였다. 대륙성 고기압의 남서지역에서 대류권 하층의 남동풍으로 인해 온난 다습한 공기가 유입되어 경압성 지역이 발달하고 중·상층 제트류에 의한 한랭건조 공기의 이류가 이루어지면서 대류권 하층의 저기압성 역학장들이 저기압의 발달과 함께 중·상층으로 연결되어 발달함을 보여주었다. 가을은 한대전선이 남하하기 시작하므로(문승의와 엄향희 1980) 대류권 중·상층의 한랭 건조한 공기의 유입이 저기압 발달의 중요 요인으로 분석된다. 김용상과 이동규(1989)도 1982년 11월 29일 한반도에 호우를 초래한 저기압의 2차 순환의 특징 연구에서 지균 변형장과 비단열 가열에 의한 2차 순환이 저기압 발달에 중요한 역할을 하고 잠열 효과 없이는 2차 순환이 강화되지 않았으

며 저기압도 발달하지 못함을 보였다. 그러나 박선기외 이동규(1987), 김용상과 이동규(1989)는 하나의 경우만을 설명하였고 대류권 하층의 온난 다습한 공기의 유입 원인에 대한 설명도 부족하였다.

본 연구의 목적은 가을우기 이후에 한반도의 우기가 있는지를 조사하고 그 원인을 분석하는 것이다.

2. 자료

본 연구의 조사기간은 1974년부터 1998년까지의 25년 동안이다. 기상청산하의 60개 station에서 관측된 일별 강수량 자료를 사용하였다(Fig. 1).

종관장 분석을 위해 National Centers for Environmental Prediction(NCEP)과 National Center for Atmospheric Research (NCAR)의 Reanalysis data를 사용하였다. 자료의 격자 간격은 2.5° × 2.5°이다. 1000hPa에서 300hPa까지 00UTC와 12UTC 일일 2회 재분석한 지오포텐셜 고도, 바람, 온도, 와도 그리고 비습 자료를 사용하였다. 아열대 고기압의 상태를 잘 반영하는 500hPa의 지오포텐셜 고도면에서 5880gpm의 등치선을 아열대 고기압의 가장자리로 간주하였다(박순웅 등, 1998; 전수경과 변희룡, 2000). 또한 태풍의 영향을 조사하기 위해 http://weather.unisys.com의 태풍 자료를 사용하였다.

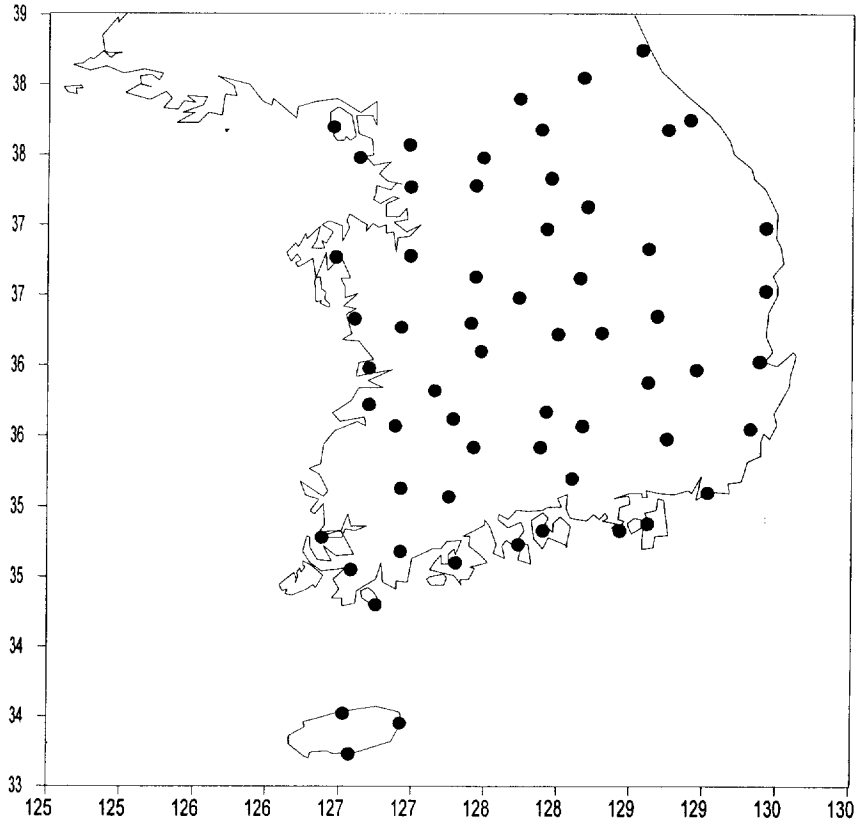


Fig. 1. observational 60 stations

3. 초겨울 우기

Fig. 2는 1974년부터 1998년까지 25년 동안의 60개 관측소의 날짜별 평균 강수량 시계열이다. 가을철 후에 강수량이 증가하는 기간을 찾기는 쉽지 않다.

Fig. 3은 Fig. 2를 15일 이동 평균한 값이다. 8월 하순 이후 감소하던 강수량은 10월 하순부터 다시 증가하는 것이 보인다. 허창회와 강인식(1988)과 Byun and Lee(2000)의 연구에서도 유사한 결과들이 나왔지만 이 사실에 대해서 관심을 보이지는 않았다.

Fig. 4는 Fig. 3의 10월부터 12월까지를 확대한 것이다. 계속 감소하던 강수량은 10월 21일(294일)에 일 강수량이 1.2mm로 최저 값을 나타내고 이후 2mm까지 증가하였다가 12월 6일에 다시 1.2mm를 기록하였다. 따라서 초겨울의 우기는 10월 21일에서 12월 6일로 정의하였다. 이 기간은 변희룡과 한영호(1994)가 조사한 겨울우기(10월 26일부터 11월 28일)와 문승의와 엄향희(1980)가 지적한 기압골이 자주 통과하는 늦가을(10월 28일부터 11월 26일) 기간과 유사하다.

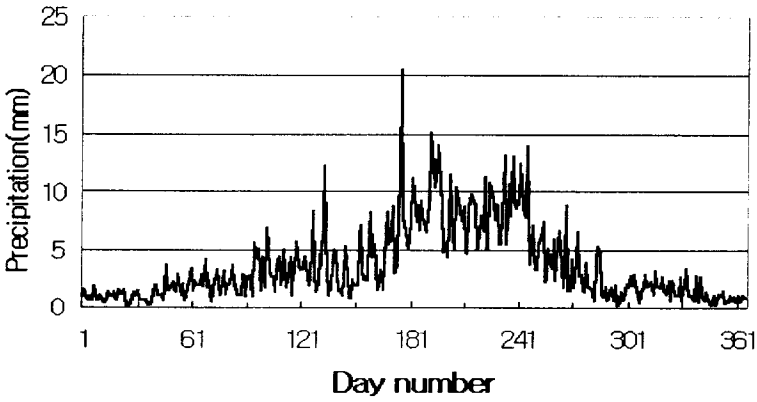


Fig. 2. The variation of daily mean rainfall amount averaged from 1974 to 1998 through 60 sites in Korea. Day number means the serial day counted from January 1.

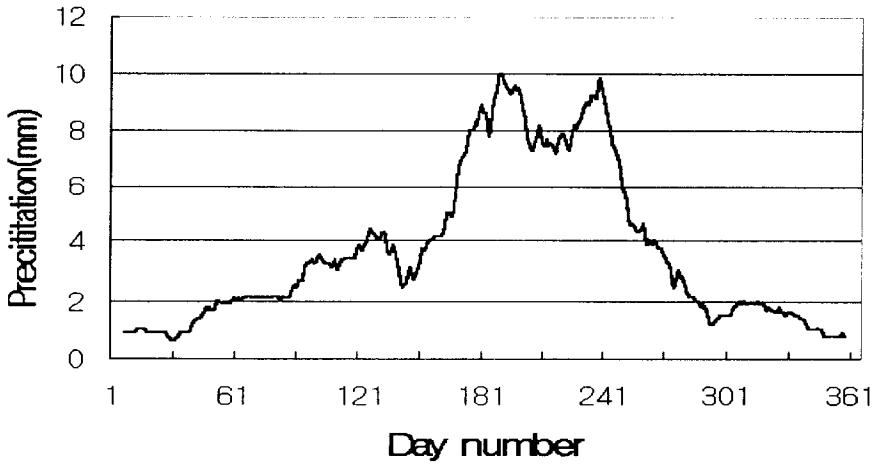


Fig. 3. The 15-days running mean of Fig. 2.

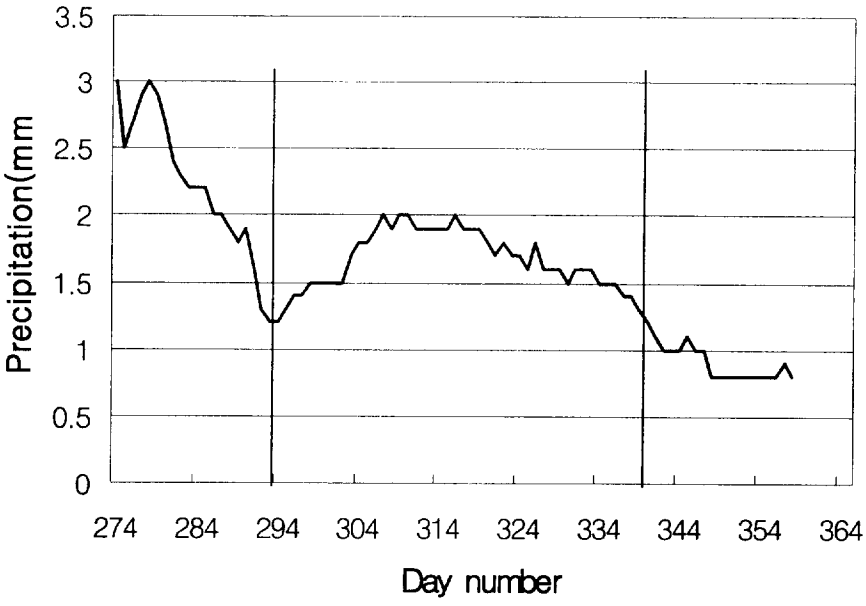


Fig. 4. The same as Fig. 3 except October 1 to December 24.

4. 초겨울 호우의 존재 및 정의

Fig. 5는 초겨울 우기 동안 60개 관측소의 매해 총 강수량이다. 매년 마다 강수량의 차이가 크며 강수량이 가장 많은 해가 작은 해의 5배 이상이 되는 등 큰 편차를 보인다. Fig. 6은 10월 21부터 12월 10일 동안의 평균 강수량과 매년 강수량의 시계열이다. 평균 강수량 곡선은 증가하여 다시 감소하지만 연도별 시계열에서는 강수량이 거의 없는 해도 있고 강수량이 많은 해도 있다. 강수량이 많은 해는 대부분 하루 혹은 이틀 동안에 호우로 기록될 만큼 많은 강수가 관측되었다. 1977년, 1978년, 1982년 1997년도들이 그 예이다.

호우 기준에 대한 연구로는 Nin omiya(1975), 정용승과 봉종헌(1993), 홍성길(1999) 등이 있고 호우에 관한 연구에서도 그 기준은 다양하다(홍성길과 전종갑 1978; 이광호와 김문일 1982; 이충구 등 1987; 황승언과 이동규 1993). 그러나 본 연구에서는 한국기상청 호우주의보 기준인 일 강수량이 80mm 이상을 기록한 경우를 호우로 선택하였다. 또한 야간부터 24시간 내에 호우가 발생한 사례도 고려하여 이틀동안에 80mm 이상이 관측된 경우도 포함시켰다. 연구기간 동안 호우는 총 15회 발생하였으나 국지적인 호우를 감안하여 호우가 발생했을 때 최소 4개 관측소 이상에서 80mm이상의 강수량이 기록된 것을 호우로 정하였다. 이 기준에 따라 1974년부터 1998년까지 호우는 총 10회 발생하였다. 이것은 평균 2.5년마다 호우가 발생한 것이다.

Fig. 7은 호우일의 강수량의 분포도이다. 강수량이 한 곳에 집중되지 않고 한반도 전체에 분포되어 있음을 알 수 있다.

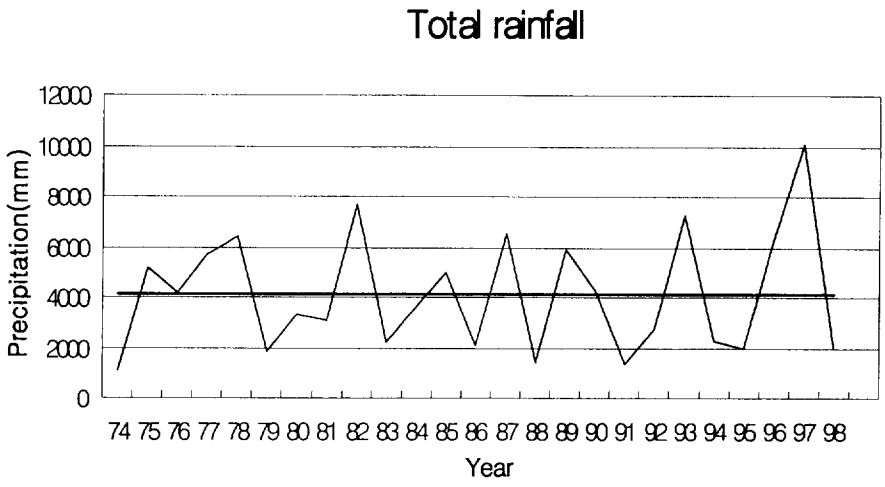


Fig. 5. Total rainfall from 21 October to 6 December per year. Thick line is average rainfall during 25 years.

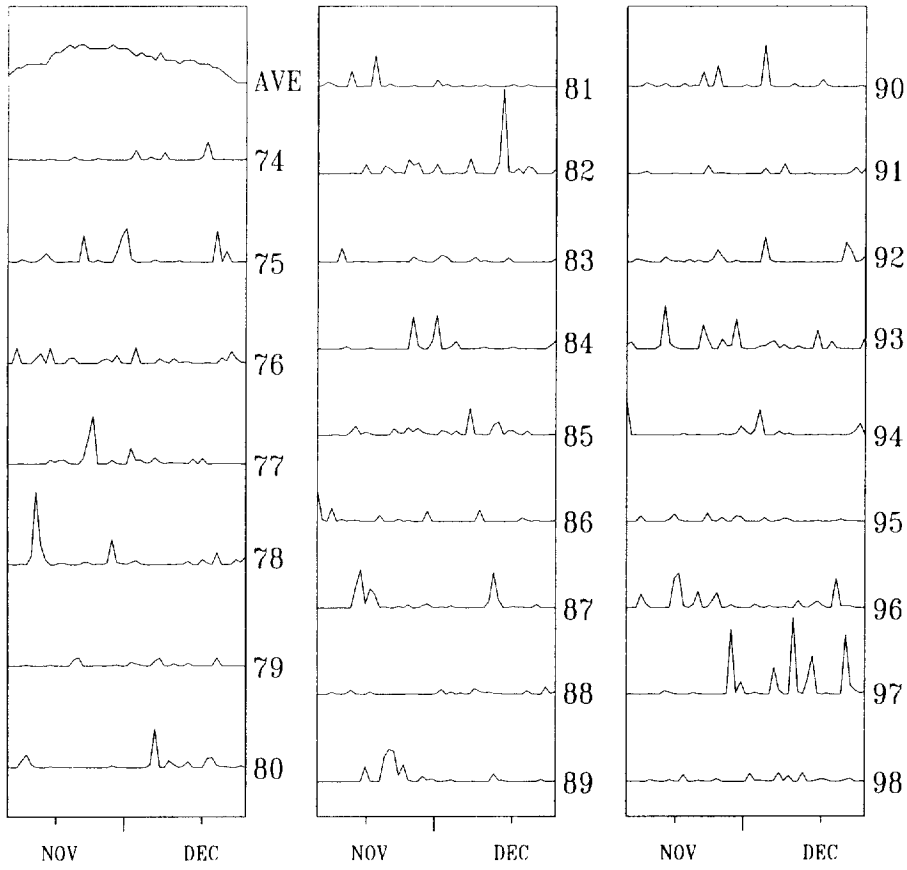
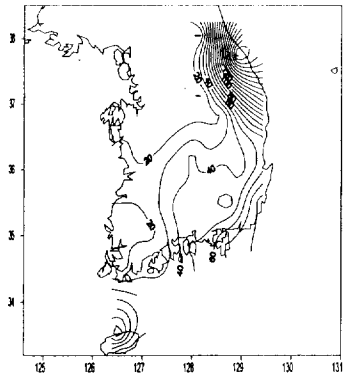
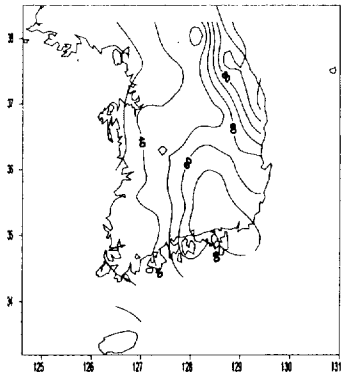


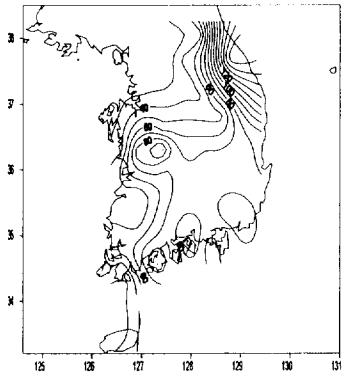
Fig. 6. Precipitation curves of every year and average for 1974-1998 from October 21 to December 10.



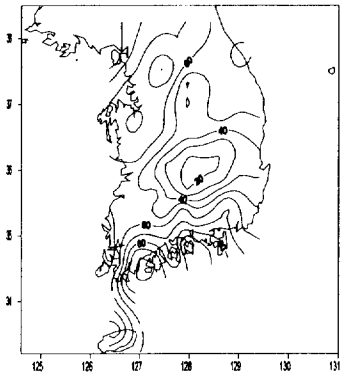
75/11/14,15



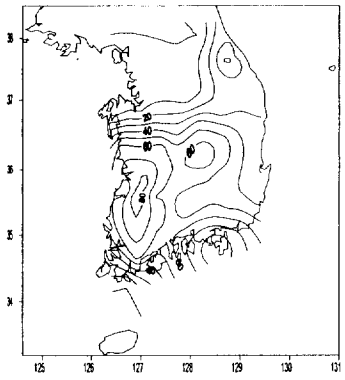
77/11/07,08



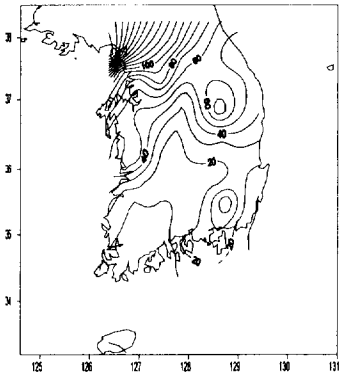
78/10/27,28



82/11/29



87/10/29,30



89/11/04,05

(continued)

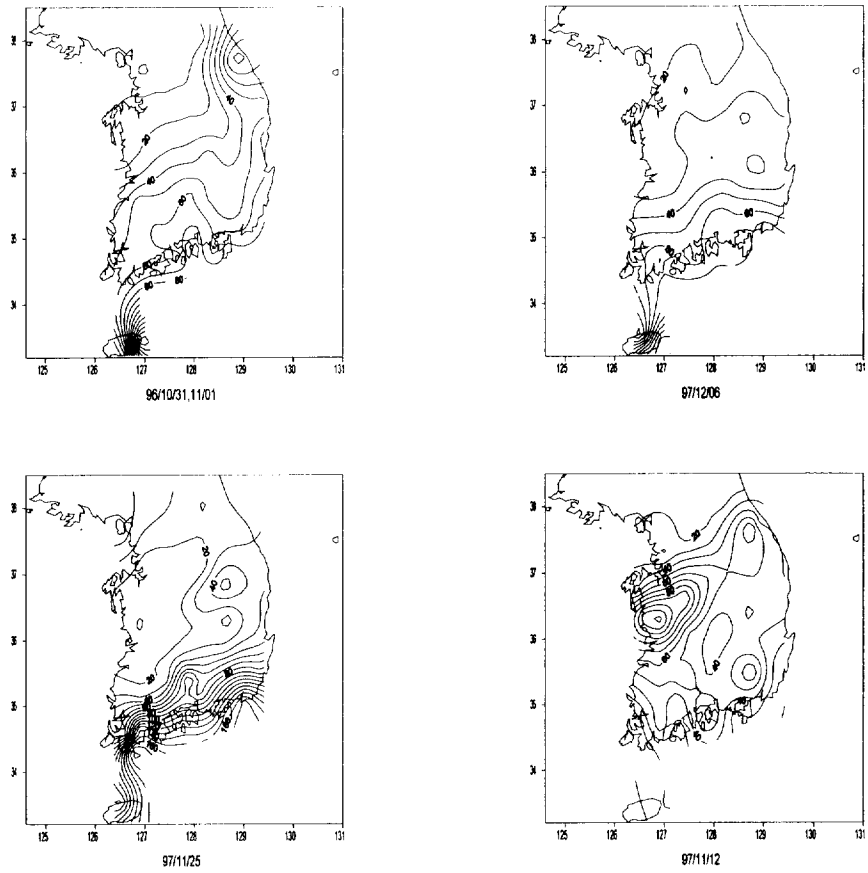


Fig. 7. Distribution of per heavy rainfall amount. Interval is 10mm.

5. 초겨울 호우의 형성원인

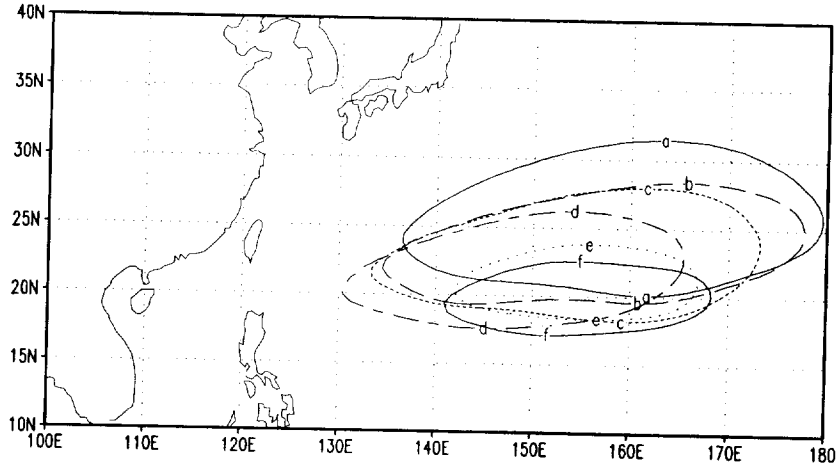
5.1 아열대 고기압의 발달

Fig. 8(a)는 25년 동안 500hPa의 평균 5880gpm이다. 10월 중순에는 최북단이 32°N에 위치하고 10월 하순에는 28°N 부근까지 남하하면서 137°E에서 135°E 부근까지 서진했고, 11월 중순에는 131°E 부근까지 서진했다. 따라서 북태평양 고기압이 10월 이후 남하하면서 서진함이 확인된다. Fig. 8(b)는 초겨울 우기 동안 강수가 가장 많이 기록된 9년 동안의 500hPa의 평균 5880gpm이다. 25년을 평균한 Fig. 8(a)에 비해 5880gpm이 모두 서진하였고 10월말에는 최고 베트남 부근까지 서진하였다. 따라서 북태평양 고기압의 서진에 따라 한반도의 강수와 연관이 있음을 알 수 있다.

Fig. 9는 30-35°N의 850hPa의 지오포텐셜 고도장에 대한 시계열이다. 10월에 165°E에 1550gpm 고도선이 나타나는데 이는 연중 가장 많이 서진한 것으로 여름철 보다 더 서진하였다. 이는 아열대 고기압이 여름철 이후 동진하다가 다시 한번 서진하는 시기가 있음을 의미한다.

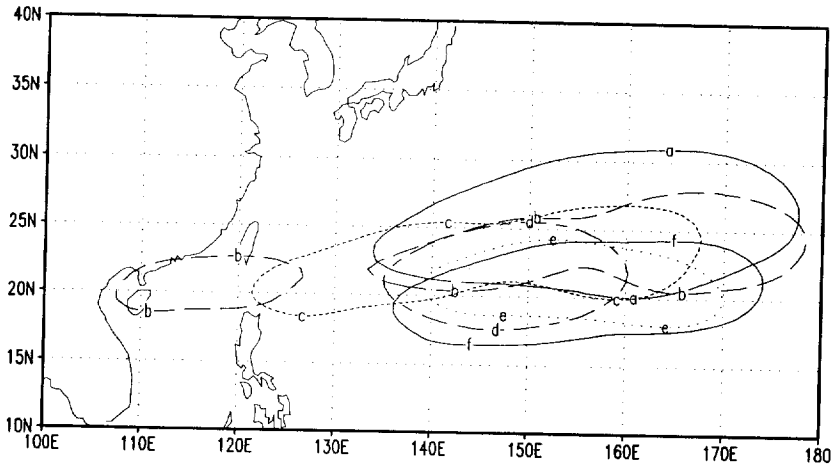
Fig. 10은 초겨울 우기 동안 850hPa에서 강수량이 가장 많이 기록된 9년과 가장 적은 9년과의 남북류 바람 (a)과 비습 (b) 차이를 나타낸 그림이다. (a)에서 남풍류 구역은 한반도와 화남지방 그리고 인도차이나 반도 동쪽까지 나타나고 1.5m/s의 최대구역은 양쯔강 유역과 한반도 남서해상에 분포한다. (b)에서 0.5(g/kg*1000) 이상의 비습 지역은 한반도와 일본남부에서부터 라오스까지 걸쳐 있다. 이

런 분포는 (a)에서의 남풍류 구역과 비슷하게 나타났고 그 외의 지역은 음의 값을 나타내고 있다. 이러한 남풍류와 양의 비습 지역의 분포는 북태평양 고기압의 비정상적인 서진으로(Fig. 8(b)) 인한 남풍계열의 바람이 대류권 하층에서도 나타나 남중국해의 수증기를 북상시켜 양쯔강 유역과 한반도까지 수증기가 유입된 것으로 사려된다.



Average 5880 gpm for 25year year at 500hPa

(a)



(b)

Fig. 8. Contour chart of 5880gmp for a(11-20 October),b(21-31 October), c(1-10 November), d(11-20 November), e(21-30 November) and f(1-10 December).

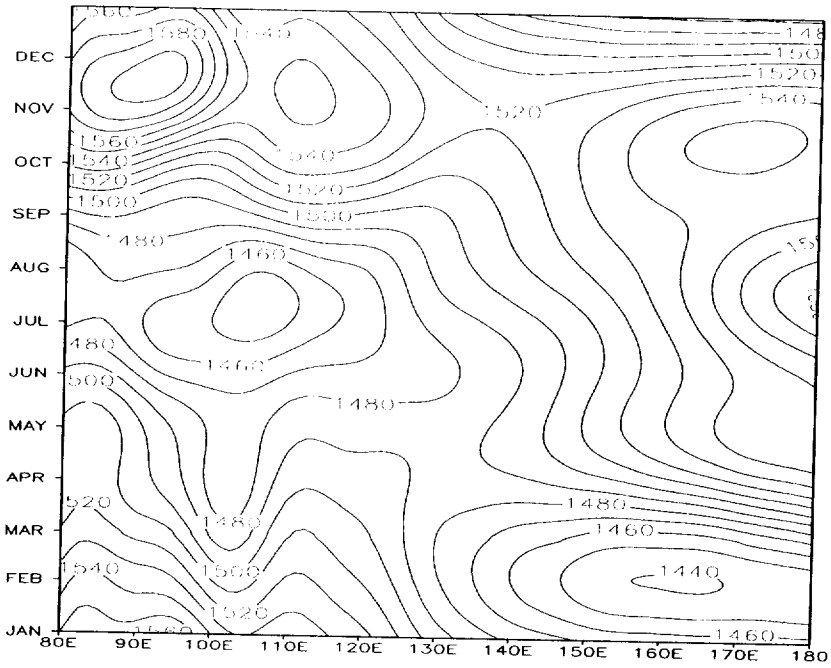
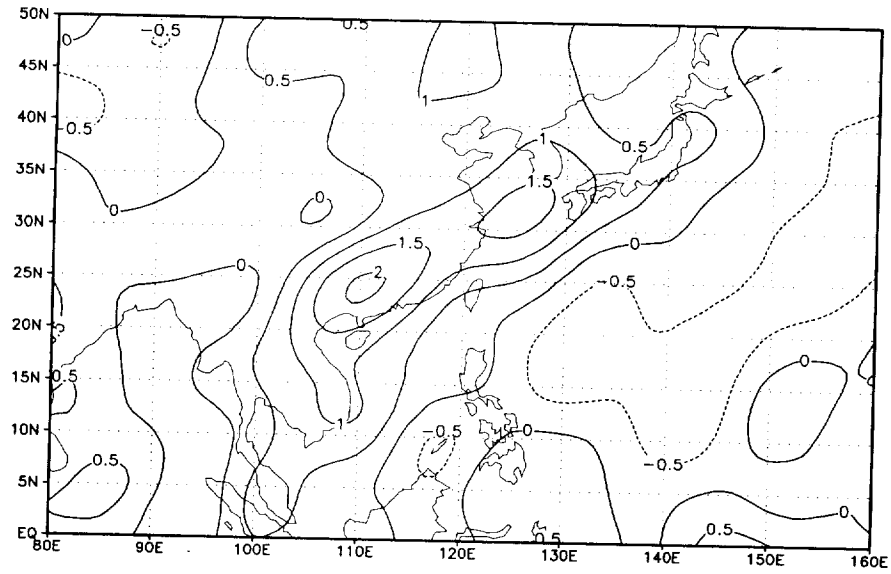
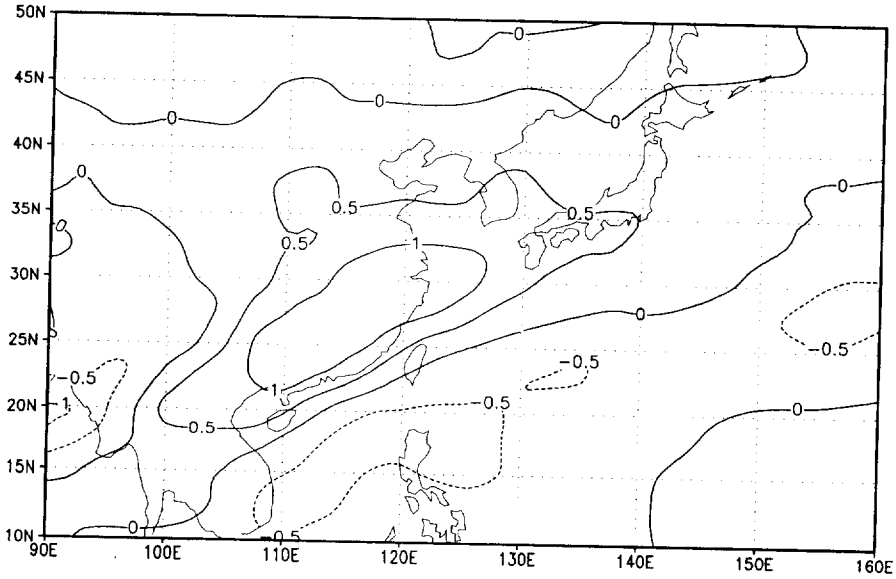


Fig. 9. The time-longitude cross section of the average geopotential height(gpm) averaged between 30-35°N.



(a)



(b)

Fig. 10. Contour chart of v component(m/s) (a) and specific humidity (g/kg*1000) (b) at 850hPa.

Fig. 11는 1978년 10월 24일부터 29일까지의 일기도이고 한반도에 호우는 27일과 28일에 발생하였다. Fig. 11(a)는 1000hPa의 등고선 일기도이다. 기압골은 화남지방에서 발생하여 한반도를 지나면서 호우가 발생하였고 한반도 북서쪽으로부터 고기압이 남하하면서 강수는 그치게 된다. 10회의 호우 모두 Fig. 12(a)와 유사한 지상 일기도 패턴을 보였다(그림 미제시).

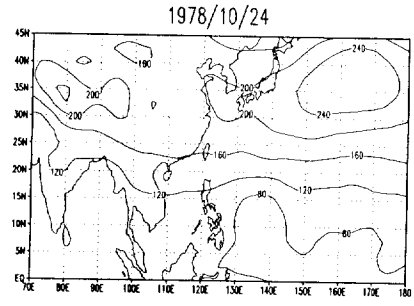
Fig. 11(b)는 500hPa의 고도와 바람장이다. 10월 28일의 5880gpm 등고선이 서로는 베트남까지 위치하고 북으로는 30°N까지 북상하였으며 등고선 내부로는 고기압성 바람이 뚜렷하다. 이것은 북태평양 고기압이 평균보다 더 발달한 것이며(Fig. 8(a)) 이로 인해 중국연안 지역으로는 남서풍이 뚜렷하게 나타나고 한반도 북쪽에는 한대기단이 분석된다. 26일에는 5880gpm이 동진하기 시작하고 한반도와 일본까지 남서풍이 나타나며 한반도 서쪽에는 한대전선이 남하하였다. 호우가 발생한 27일에는 한대전선이 남하하면서 한반도로 접근하고 북태평양 고기압과의 기압 경도력이 심해지면서 한반도는 남서풍이 가장 강하였다. 28일에는 중국연안에는 북풍이 한반도는 남서풍이 불고 29일에는 한반도도 북풍계열의 바람이 유입되고 5880gpm 등고선은 일본 남쪽으로 물러나게 된다. 따라서 북태평양 고기압의 비정상적인 발달로 한반도는 남서풍의 영향을 받고 한대전선이 남하하면서 북태평양 고기압은 물러가게 되었다.

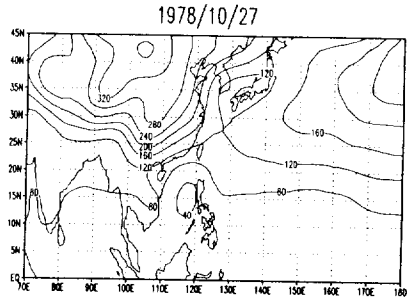
Fig. 11(c)는 850hPa의 비습과 바람장이다. 24일에는 중국내륙의 25°N, 110°E 부근에 남풍이 나타나고 비습도 상승하고 있다. 26일에는 남풍이 동진하여 한반도는 남풍이 불면서 서해상에 수증기량이 증가하고, 중국내륙에는 북풍이 강해지면서 수증기량이 감소하여 32°N, 118°E 부근에는 저기압성 바람이 분석된다. 27일에는 북풍이

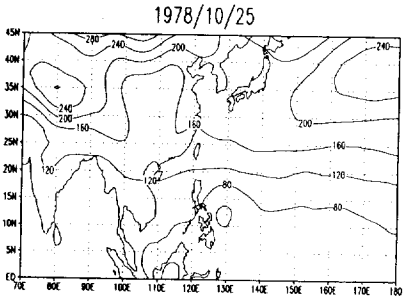
강해지면서 남풍은 일본으로 동진하지만 한반도 남부지방을 중심으로 여전히 저기압성 바람이 분석된다. 28일부터 한반도에는 북서풍이 나타나고 건조한 공기가 유입되어 수증기량이 급격히 감소하였다. 북태평양 고기압의 발달과 한대전선의 남하로 인해 대류권 중층에는 남서풍이 한반도로 유입되었고 대류권 하층에는 남풍이 분석되고 그 후면에는 북서풍이 나타나 저기압성 바람이 관찰되고 대류권 하층에서 저위도의 수증기가 북상하여 한반도에 유입되었다.

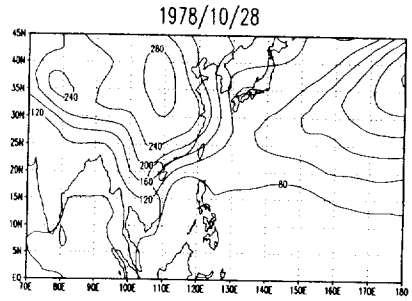
Fig. 12는 1978년 10월 24일부터 29일까지의 기압상승 속도를 1000hPa부터 200hPa까지 나타낸 그림이다. 25일에 110°E의 500hPa에서 기압하강속도가 최대를 이루고 있다. 호우 발생 전날인 26일에는 105°E 부근의 700hPa에 기압하강이 최대로 나타났으며 호우 발생일인 27일과 28일의 500hPa에 다시 최대 기압하강이 나타나고 대류권 하층부터 기압 상승구역이 유입되어 29일에 영역이 확장되는 것을 알 수 있다. 따라서 처음에는 대류권 중층에서 기압하강속도가 최대를 이루고 이것이 대류권 하층까지 전달되면서 발달한 후 다시 대류권 하층부터 기압상승구역이 확장되면서 기압하강구역이 동진하였다.

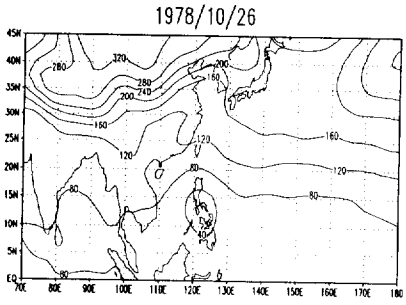
Fig. 13은 호우가 발생한 날 혹은 전날의 기압상승속도이다. Fig. 12처럼 모두 대류권 중층에서 기압하강속도가 최대로 나타나는 것을 알 수 있다. 따라서 북태평양 고기압과 북상과 한대전선의 남하로 인한 남풍의 발달이 대류권 하층의 발달을 유도하였음을 알 수 있다. Chen et al(1985)과 Saito (1977)가 연구한 대류권 하층에서 형성된 저기압이 상층 종관계의 영향으로 발달하는 경우의 저기압은 중국 남동해안 근처에서 발생한다는 연구도 이를 뒷받침한다.

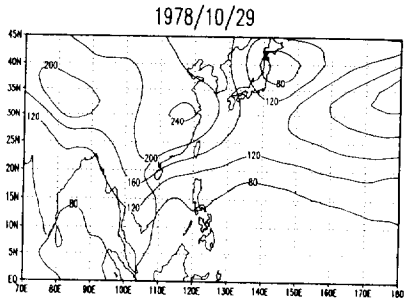






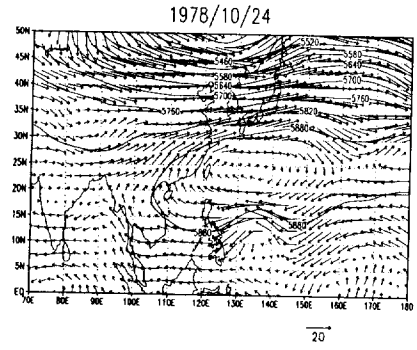


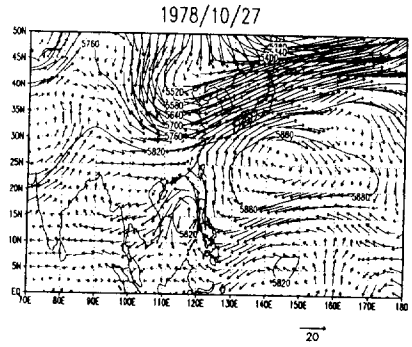


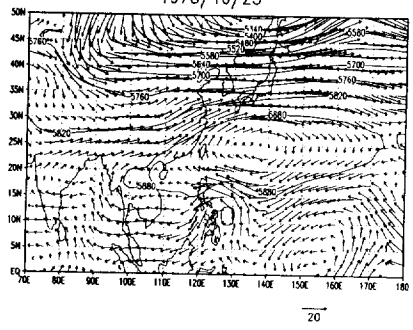


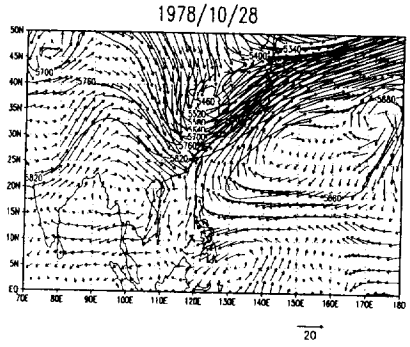
(a)

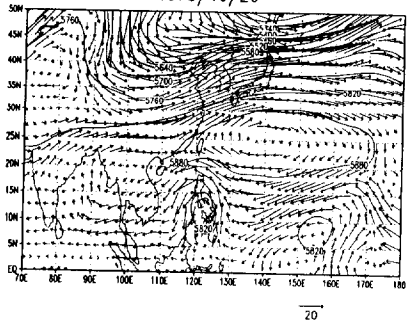
(Continued)

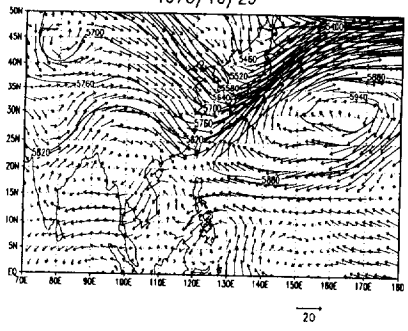

1978/10/24
20


1978/10/27
20


1978/10/25
20

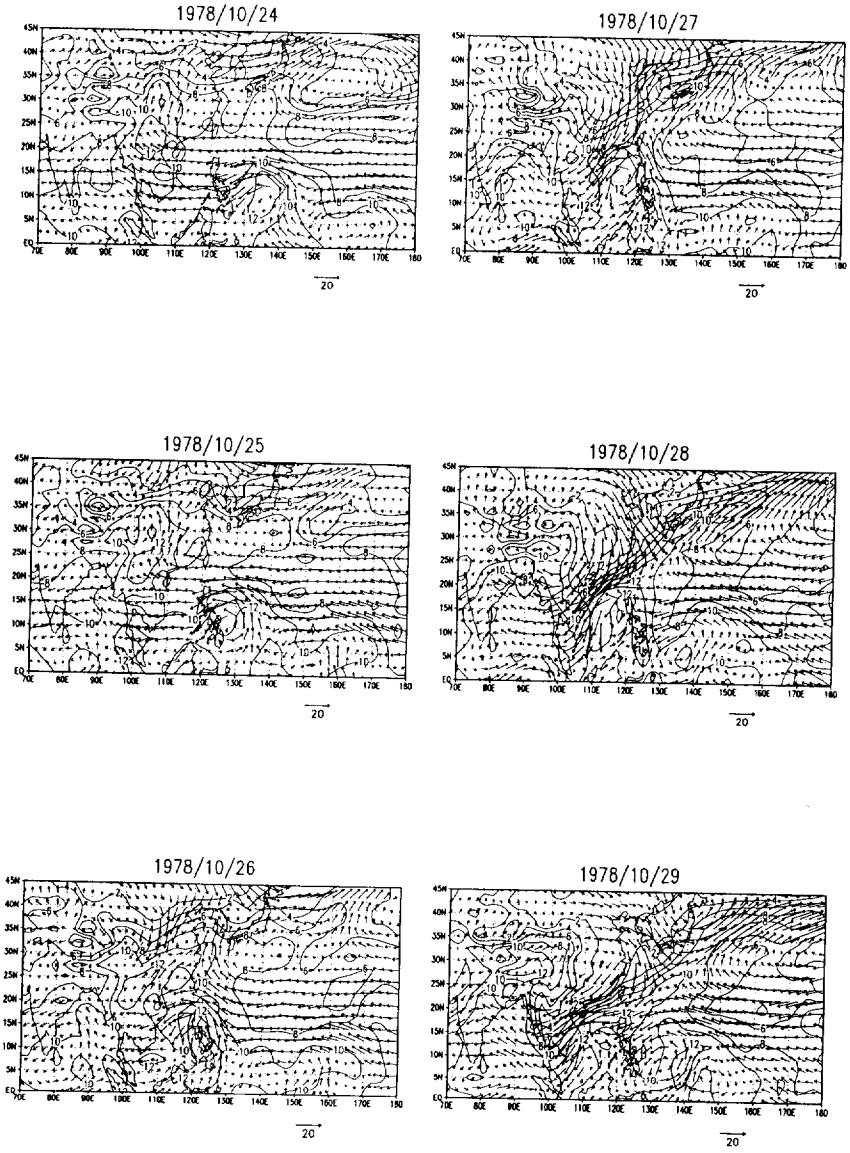

1978/10/28
20


1978/10/26
20


1978/10/29
20

(b)

(continued)



(c)

Fig. 11. Contour map of 1000hPa(a), contour map and wind vector fields of 500hPa(b) and wind vector and specific humidity fields of 850hPa(c). wind vector unit is m/s.

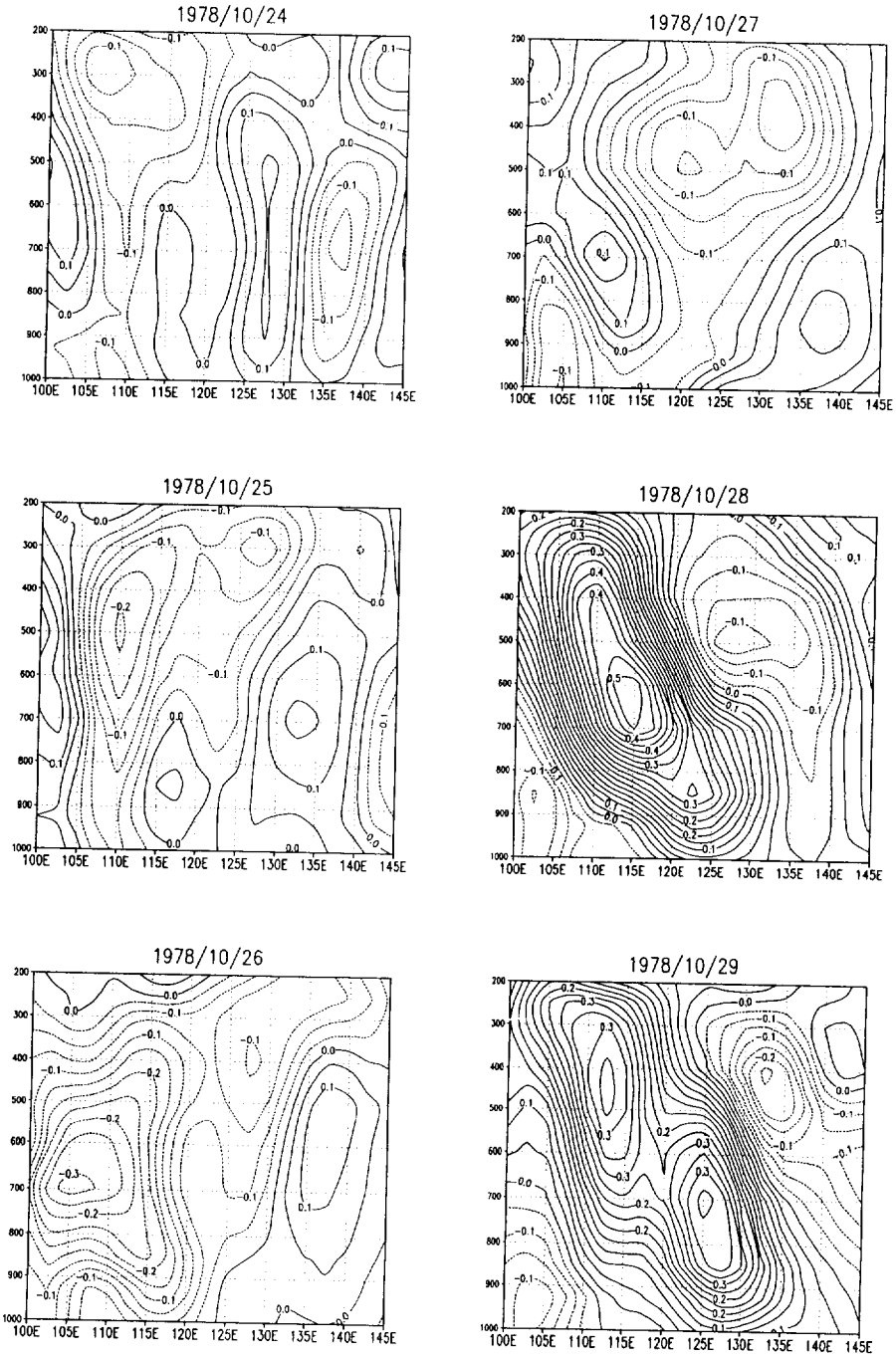


Fig. 12. Contour map of vertical velocity. Unit is Pa/s.

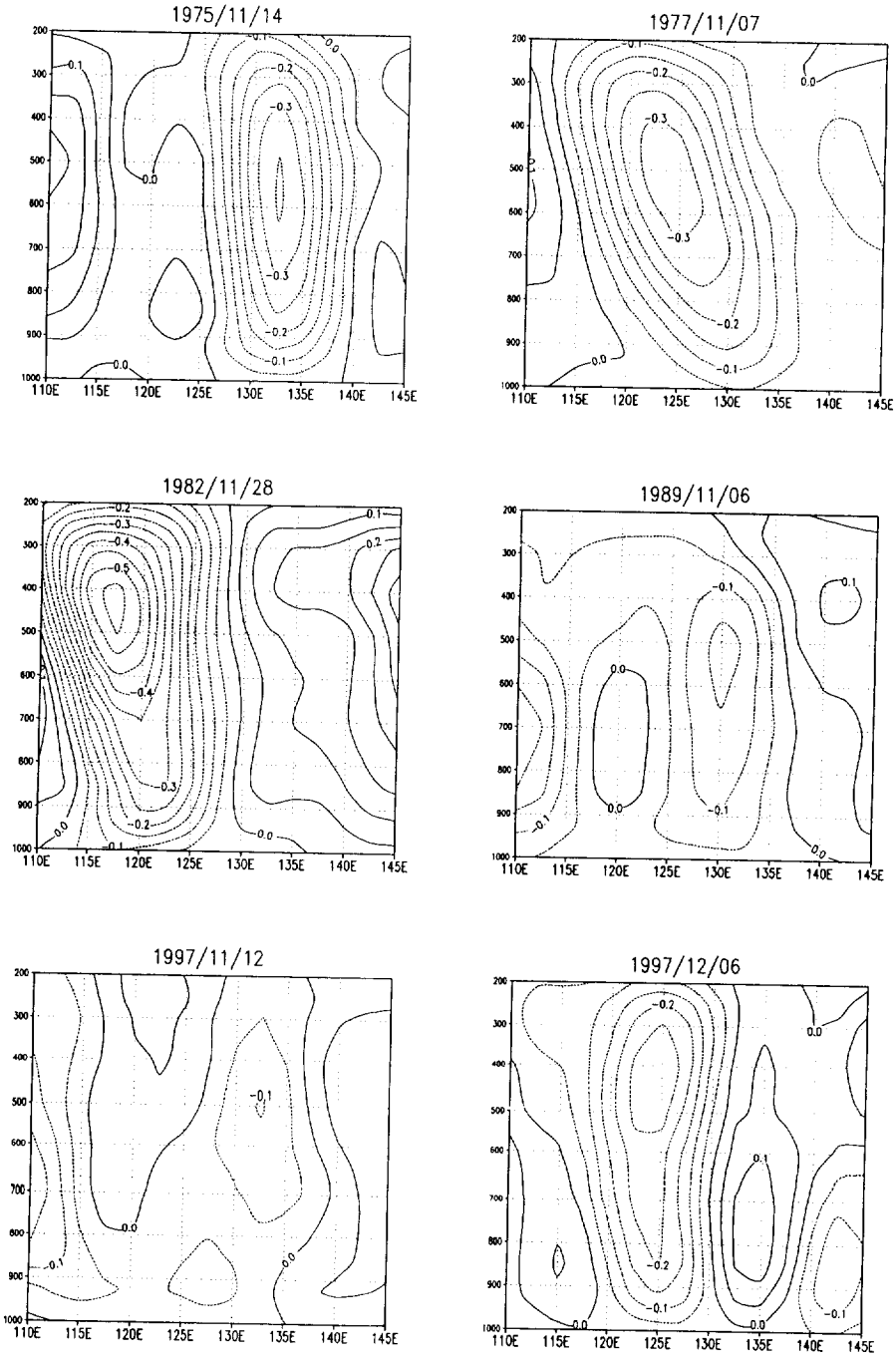


Fig. 13. The same as Fig. 12.

5.2 태풍의 영향

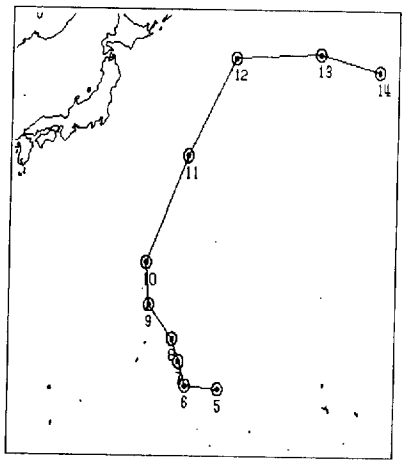
Table. 1은 호우가 발생한 날과 그 날에 한반도 부근을 지나던 태풍의 이름과 기간들이다. 태풍들은 한반도에 직접적인 영향을 주지는 않았지만(태풍백서, 1996) 10회의 호우 중 8회에 걸쳐 한반도 부근에 태풍이 분석되었다.

Date(mm-dd-yy)	Typhoon Period	Typhoon name
11/14,15/75	11/5-11/14	IDA
11/07,08/77	10/28-11/3	JEAN
10/27,28/78	10/15-29	RITA
11/29/82	11/21-12/9	PAMELA
10/29,30/87	10/14-28	LYNN
11/05,06/89	11/1-10	GAY
10,11/31,01/96	10/21-26	34W T · D
11/12/97	11/10-16	MORT
11/25/97		
12/06/97		

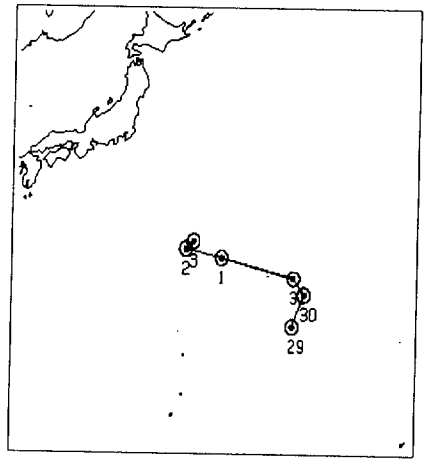
Table. 1 The date of 80mm/day or more for the period of 1974-1998

Fig. 14는 Table. 1의 태풍의 track들이다. 1975년의 태풍 IDA만 일본 남동 해상에서 발생하여 일본 동해상으로 이동하면서 소멸하였고 그 외의 태풍들은 모두 한반도 남쪽인 저위도에서 발생하여 소멸하였다.

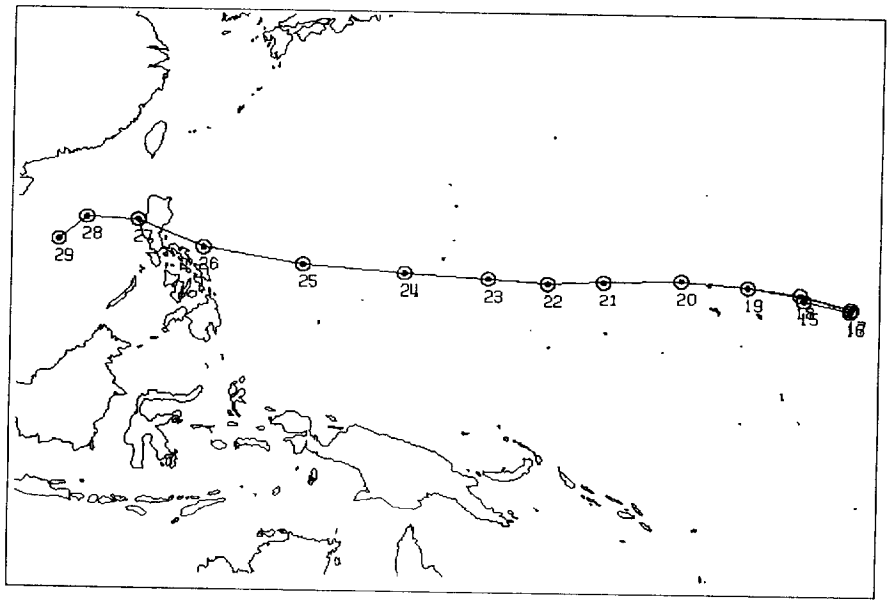
Fig. 11의 (b)에서 저위도에 태풍이 지나는 것을 볼 수 있다(Fig. 14(c)). 이 태풍의 이름은 RITA로 10월 15일에 발생하여 16일부터 계속 서진하여 29일 남중국해에서 소멸되었다. Fig. 11(c)에서 24일 태풍의 중심은 12°N, 135°E부근에 위치하고 있다. 25일에는 태풍은 서진하고 이로 인한 남동풍이 110°E에 나타났다. 26일에는 동쪽에서부터 불어오는 바람을 태풍이 위쪽으로 끌어올리는 역할을 하게 되어 122°E 부근에 저위도로부터 남풍이 한반도로 가장 많이 유입되었다. 호우가 발생한 27일에는 한반도 서쪽에서부터 북서풍이 접근하고 남풍은 일본으로 이동하면서 한반도에는 저기압성 바람이 분석된다. 따라서 태풍은 직접 한반도에 영향을 미치지는 않지만 대류권 하층에서 남풍으로 인한 수증기 유입을 가속화시키는 역할을 한다.



(a) Typhoon track of IDA during 5 - 14 Nov 1975

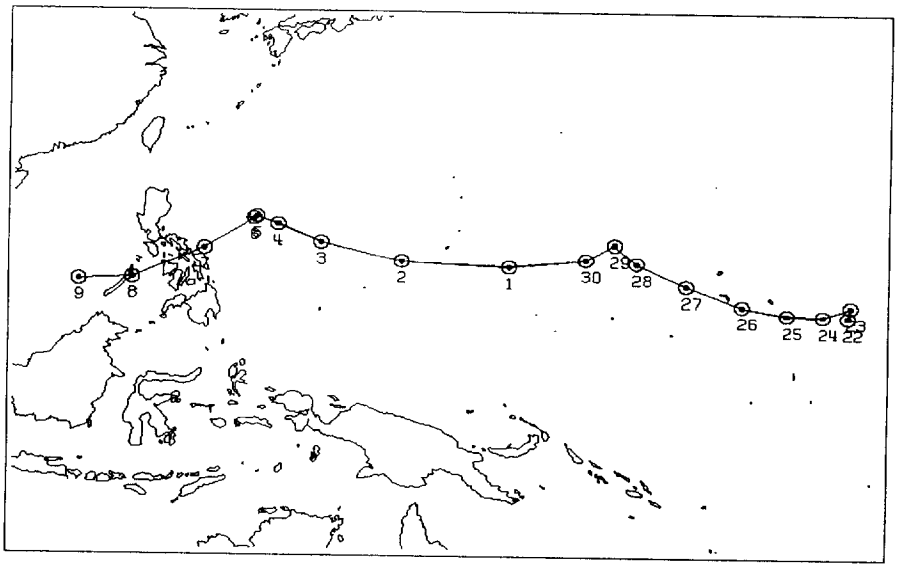


(b)Typhoon track of JEAN during 28 Oct - 3 Nov 1977

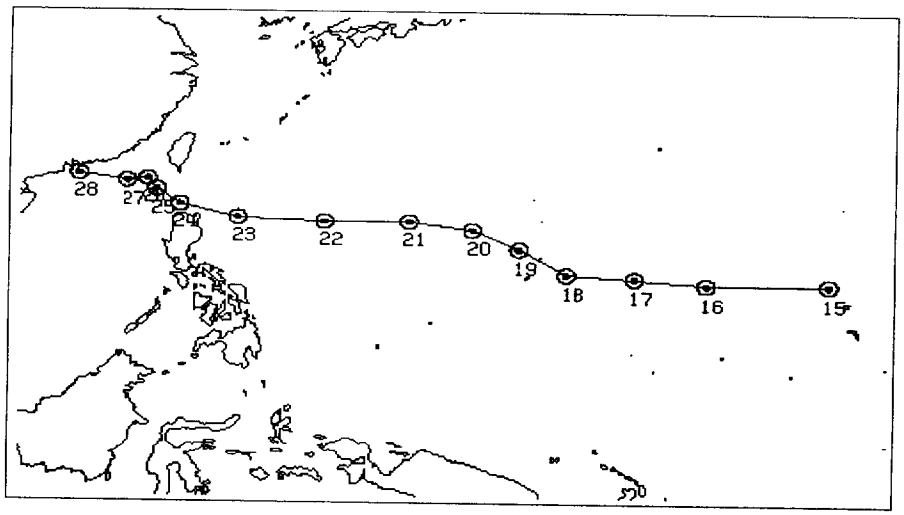


(c) Typhoon track of RITA during 15 - 29 Oct 1978

(continued)

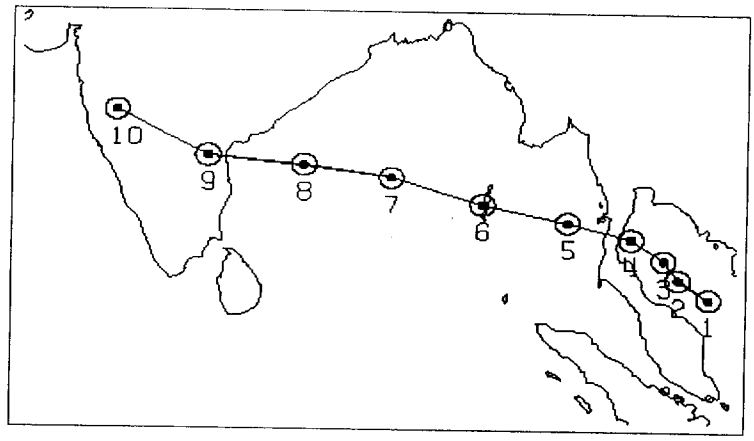


(d) Typhoon track of PAMELLA during 21 Nov - 9 Dec 1982

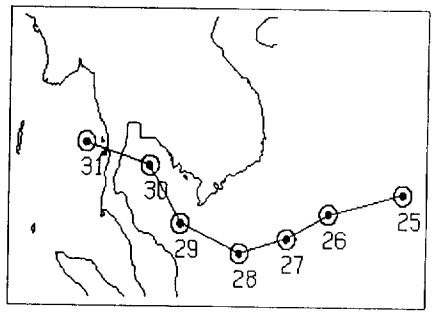


(e) Typhoon track of LYNN during 14 - 28 Nov 1987

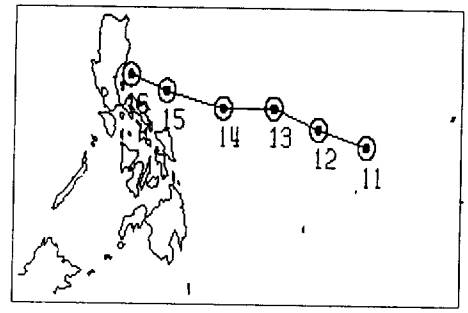
(continued)



(f) Typhoon track of GAY during 1 - 10 Nov 1989



(g) Typhoon track of 34W Storm during 25 - 31 Oct 1996



(h) Typhoon track of MORT during 10 - 16 Nov 1997

Fig. 14 Typhoon tracks. Label is date.

Fig. 15는 태풍 ELAINE의 track이다. 이 태풍은 1974년 10월 23일 발생하여 이후 거의 동진하여 11월 1일 하이난섬 부근에서 소멸하였다.

Fig. 16(a)에서 10월 28일에 태풍 중심은 필리핀에 위치하고 있고 32°N, 100°E 부근에는 기압골이 형성되어 있다. 그러나 29일에는 저기압이 발달하지 못하고 고위도의 고기압이 남하하였고 이후에도 한반도는 고기압의 영향을 받는다. Fig. 16(b)에서 28일에 태풍의 중심은 필리핀에 위치하지만 한반도는 북서풍의 영향을 받고 있다. 29일에 태풍과 5880gpm의 고기압성 회전으로 남풍이 증가하여 한반도는 남서풍이 분석되나 30일부터 한반도 서쪽에 북서풍이 강화되기 시작하여 이후 한반도는 계속 북서풍의 영향아래 놓인다. Fig. 16(c)에서 28일에 필리핀 부근에 태풍의 중심은 분석되고 저기압성 바람은 강하지만 서해로부터 북서풍이 불어 저위도의 남풍이 더 이상 북상하지 못하고 동진한다. 29일에는 남풍이 더 강화되고 32°N, 125°E 부근에 등비습선은 조밀하지만 더 이상 한반도로 북상하지 못하고 한반도는 북풍이 계속 분석된다. 따라서 태풍의 이동경로와 북태평양 고기압의 위치는 과거 호우를 발생시켰던 1978년 혹은 1982년과 유사하지만 고위도에서 다가오는 북서풍으로 남풍이 동진하여 한반도에 영향을 미치지는 못하였다.

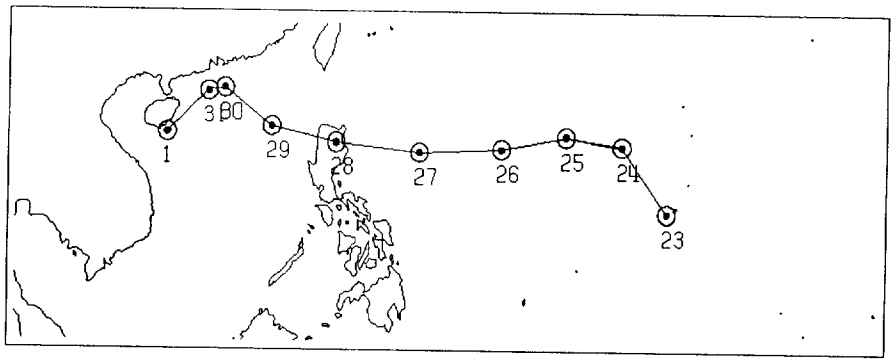
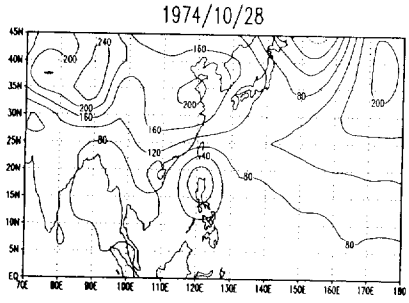
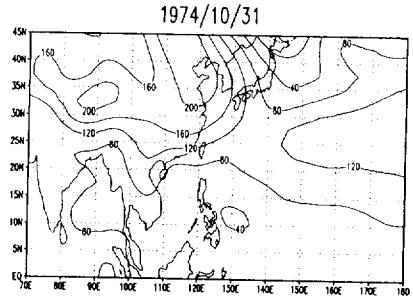
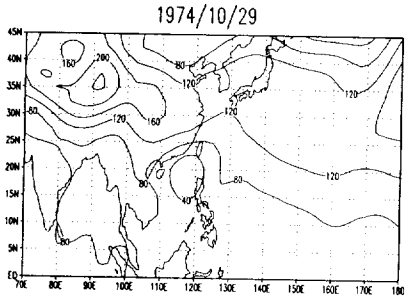
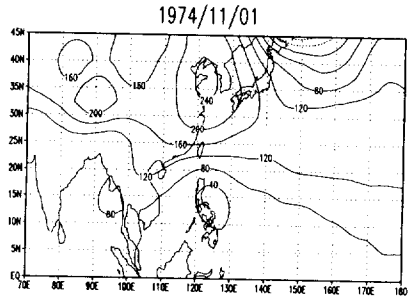


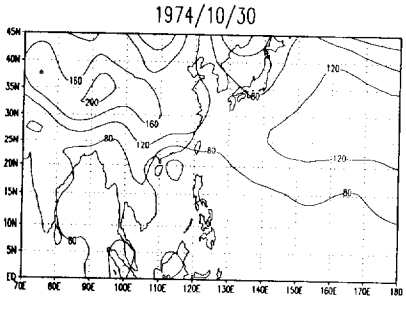
Fig. 15. The track of Typhoon ELAINE during 23 Oct - 1 Nov 1974.

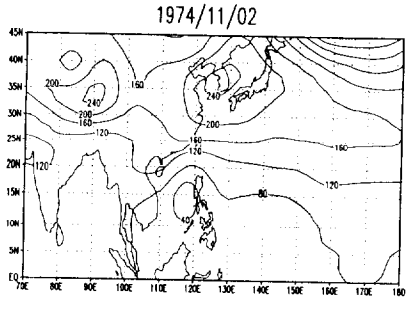






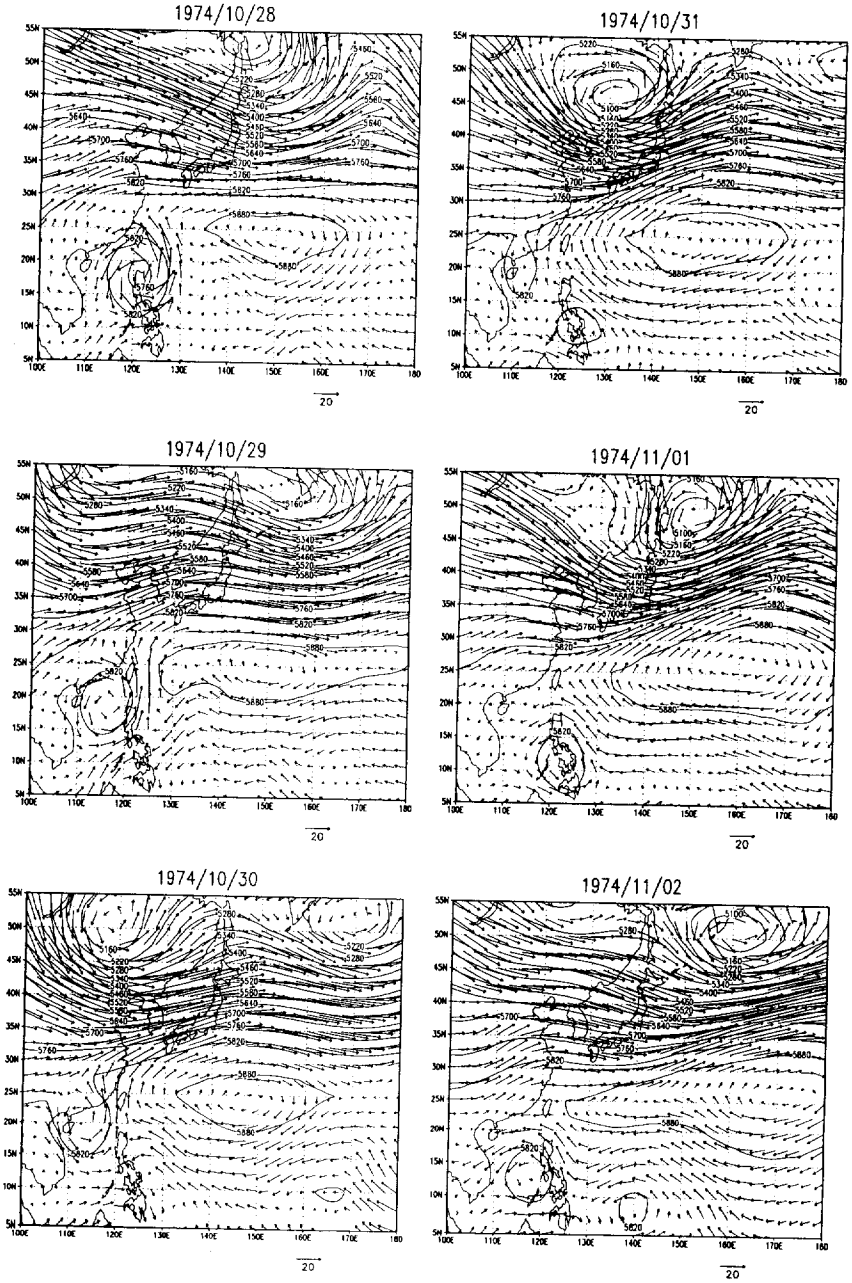






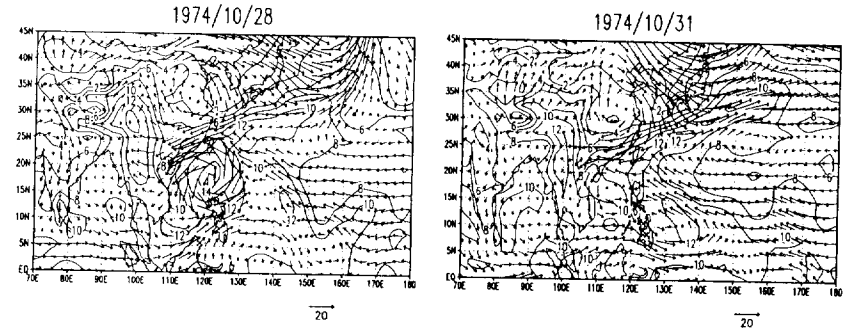
(a)

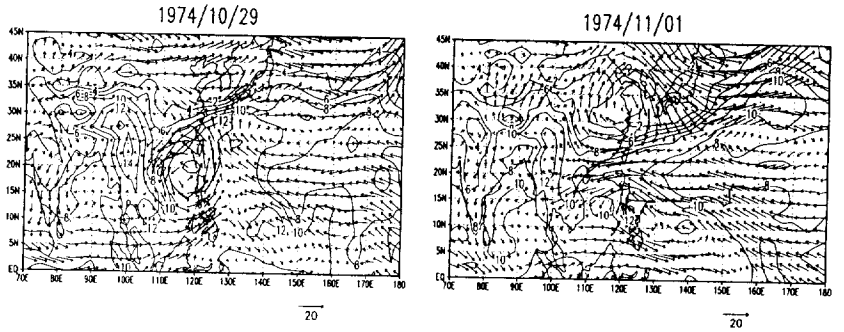
(Continued)

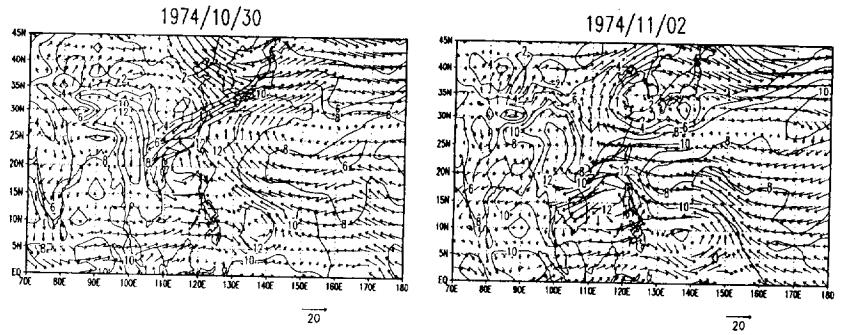


(b)

(Continued)







(c)

Fig. 16. As in Fig. 11 but for date.

6. 결론

1974년부터 1998년까지 기상청 산하 60개 관측소의 일강수량 자료를 이용하여 한국의 가을철 강수량 변화를 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 여름이후 감소하던 강수량이 다시 증가한 날부터 원래의 일강수량으로 되돌아오는 기간을 초겨울 우기로 정의할 때 한반도의 초겨울 우기는 10월 21일부터 12월 6일까지로 정하였다.

(2) 초겨울 우기 기간의 매년 강수량 변화를 살펴보면 강수량이 가장 많은 해와 작은 해의 5배 이상이 되는 편차를 보인다. 또한 강수량이 많은 해는 대부분 하루 혹은 이틀 동안에 호우로 기록될 만큼 많은 강수가 관측되었다. 한국기상청의 호우주의보 기준에 따라 호우는 25년 동안 10회 기록되어 평균적으로 2.5년마다 한번씩 발생하는 것으로 나타났다.

(3) 초겨울 호우에서 북태평양 고기압은 호우마다 평균보다 그 세력이 발달하였으며 대류권 중층에서 북태평양 고기압으로 인한 남서풍이 한반도로 유입되고 대류권 중층이 하층까지 발달시키는 역할을 하였다. 그리고 한대전선의 남하로 한반도는 북서풍의 영향권에 들면서 호우는 종결되는 양상을 띄었다.

(4) 초겨울 호우의 원인으로는 첫째 북태평양 고기압의 비정상적으로 서진이다. 북태평양 고기압의 가장자리로 간주되어지는 500hPa의 평균 5880gpm 고도선을 살펴보면 최대 131°E에 위치하지만 강수량이 가장 많은 9년 동안의 평균 5880gpm 고도선은 최대 108°E 부근까지 접근하였다. 이로 인해 대류권 하층에서 비습과 남풍류의

최대풍속구역도 5880gpm 고도선을 따라 화남지방에서 한반도까지 나타났다.

(5) 두 번째는 태풍의 영향이다. 10회의 호우 중 8회에 걸쳐 한반도 부근에 태풍이 분석되었다. 태풍은 호우 전에 한반도 부근을 지나면서 대류권 하층에 남풍을 강화시켜 수증기 유입으로 저기압을 발달시키는 역할을 하였다. 또한 태풍이 한반도 부근을 지나도 시베리아 고기압이 강하게 확장할 때 남풍류는 더 이상 한반도에 접근하지 못했다.

참고 문헌

기상총감, 1994: 공군 제 73전대.

김성삼, 정창희, 박순웅, 이병설, 1982: 장마계의 종관적 특성, 서울대학교 자연과학 종합연구소.

김성삼, 1972: 봄의 동해선풍의 발달기구에 관한 연구, 한국기상학회지, **8(1)**, 1-11.

김영아, 1992: 한반도 주변 저기압 및 그 발생의 빈도 특성, 서울대학교.

김용상, 이동규, 1989: 급격히 발달하는 저기압에 관련되어 나타나는 2차 순환의 특 징, 한국기상학회, **25(2)**, 94-112.

권태영, 오성남, 박상욱 1998: 한반도 여름 강우의 장기변동과 지역적 특성, 한국기상학회지, **34(1)**, 20-30.

두산대백과, 2000: (주)두산 백과BU.

문승의, 엄향희, 1980: The Division of the Natural Seasons of Korea, 한국기상학회, **16(1)**. 45-54.

박선기, 이동규, 1987: 아시아 동안에서 북동진하며 발달하는 온대저기압의 종관적 특성, 한국기상학회지, **23(1)**, 1-25.

박순웅, 1986: 1984년 9월 1-3일에 한국에서 발생한 호우의 종관적 특징분석, 한국기상학회, **22(1)**, 42-81.

변희룡, 김종군, 최선도, 1992: 연속 강수량 100mm 이상의 봄비와 관련된 수증기 순환, 한국기상학회지, **28(4)**, 479-496.

변희룡, 김용상, 1993: 1990 9월 11일의 호우사례에서 나타난 상하층 제트의 연직합류의 역할과 강우집중의 원인, 한국기상학회,

29(4), 263-279.

변희룡 · 한영호, 1994: 한반도에서 계절별로 발생하는 가뭄에 관한 연구, 한국기상학회지, **30(3)**, 457-467.

이광호, 김문일,1982: 집중호우의 종관기상학적 연구, 한국기상학회, **18(2)**, 11-17.

이동규, 정창희, 박순웅, 윤순창, 이천우, Ying-Hwa Kuo, Simon Low-Nam 1991: 아시아의 동안에서 급격히 발달하는 저기압의 수치 모의, 한국기상학회지, **27(1)**, 1-21.

이동규 1989: 한반도 다우 및 과우 여름과 관련된 북반구 여름철 순환의 연구, 한국기상학회지, **25(4)**, 205-220.

이충구, 김우규, 김동호, 1987: 우리나라 호우의 발생빈도 조사, 기상연구논문집, **1(1)**, 9-16.

임규호, 1997: 여름철 한반도 월강수량과 동아시아 및 태평양상 등압면 고도의 선형상관관계, 한국기상학회지, **33(1)**, 63-74.

장마백서, 1995: 기상청.

정용승, 봉종헌, 1993: 호우와 대설 주의보 및 경보의 새로운 기준치 선정, 한국기상학회지, **29(2)**, 171-180.

정창희, 김성삼, 박순웅, 민경덕, 한희수, 1984: 동해에서의 저기압 발달에 관한 사례 연구, 한국기상학회지, **20(2)**, 1-21.

전수경, 변희룡 2000: 동아시아에서 북태평양 고기압의 발달 특성, 부경대학교 석사학위논문.

전종갑 1979: 우리나라 호우의 통계적 분석, 기상연구논문집, **1(1)**, 51-56.

추춘기, 민경덕, 1983: 극동 아시아 지역의 저기압 활동에 관하여, 한국기상학회지, **19(2)**, 58-71.

태풍백서, 1996: 한국기상청.

한상은, 변희룡 2001: 한반도 봄우기의 존재와 형성 원인, 부경대학교 석사학위논문

황승언, 이동규, 1993: 한반도에서 발생한 호우와 하층제트의 관련성에 관한 연구, 한국기상학회, **29(2)**, 133-146.

허창회, 강인식, 1988: 한국지역 강수의 변동성에 관한 연구, 한국기상학회지, **24(1)**, 38-48.

홍성길, 전종갑, 1978: 집중호우 상습지역에 대한 조사연구, 기상연구소, 1-30.

홍성길, 1999 :한국의 호우 특보 기준 설정에 관한 연구, 한국기상학회지, **35(2)**, 178-192.

Byun, H.-R. and D.-K. Lee, 2000: Defining the Dates and the Intensities of Rainy Seasons using Available Water Resources Index. *J. Meteor. Soc. Japan.*, **70(1)**, 81-112.

Byun, H.-R, D.-K. Lee and C.-H. Jeong, 1992a: A Study on the Atmospheric Circulation during the Dry Period before the Changma. part I : Existence and Characteristics (in Korean with English Abstract). *J. Kor. Met. Soc.*, **28(2)**, 72-85.

----------, 1992b : A Study on the Atmospheric Circulation during the Dry Period before the Changma. part II : Compared with those before and after the period (in Korean with English abstract). *J. Kor. Met. Soc.*, **28(2)**, 86-102.

Byun, H.-R. and M.-R. Her, 1998: Typical Patterns of the Heavy Rains and their Associated Atmospheric circulation. *J. Kor.*

Env. Soc., 7(2), 177-183.

Chang, C.B., D.J. Perkey and C.W. Kreitzberg, 1982: A numerical case study of the effects of latent heating on a developing wave cyclone. *J. Atmos. Sci.*, **39**, 1555-1570.

Chen, Q., 1993: A climatological analysis of advancing/retreation movement of South China Sea monsoon and its intensity. J. Trop .*Meteo.*, 9(2), 124-132.

Chen, T.-C., C.-B. Chang and D.J. Perkey, 1985: Synoptic study of a medium-scale oceanic cyclone during AMTEX '75. *Mon. Wea. Rev.*, **113**, 349-361.

Hsu, S.-Y. and Y.-H. Kao, 1962: East Asia monsoon and seasons. Y.-H. Kao, Ed., some problems on Monsoons in East Asia. *Science Press, Beijing*, 88-103 (in Chinese).

Huang, S. S., Tang, M. M., 1964: On the annual variation of the subtropical high position. *J. Natural Science in Univ.*, **1**, 11-29.

Kao, Y.-H. and C.-Y. Kuo, 1958: On the autumn raining area in China. *Acta Meteo. Sinica*, **29**, 264-273 (in Chinese with English abstract).

Kimura J.C., 1966: The beginning and end of Shurin Season of Japan. *Geogr. Rep. Tokyo. Metrop. Univ.*, **1**, 113-138.

Lee, B.-S., 1975: Weather and climatology of the Changma and the Kaul-Changma in Korea in relation to two rainy seasons of East Asia. *Geogr, Rev. Japan*, **48(7)**, 459-484.

--------, 1976: Weather-climatological study of Changma and

Kaul Changma in Korea in relation to two rainy seasons of East Asia. *Sadae Nonchong*, **14**, 185-218.

Matsumato, J., 1992: The Seasonal Changes in Asian and Australian Monsoon Regions. *J. Meteor. Soc. Japan.*, **70**, 257-273.

Murakami, T., Y. Arai and K. Tomatsu, 1962: On the rainy season in the early autumn. *J. Meteor. Soc. Japan*, **40**, 330-349.

Sanders, F., and J.R. Gyakum, 1980: Synoptic dynamic climatology of the "bomb". *Mon. Wea. Rev.*, **108**, 1589-1606.

Saito, N., 1977: On the structure of mediumscale depressions over the East Chima Sea during AMTEX '75. *J. Meteor. Soc. Japan*, **55**, 286-300.

Steenburgh, W.J-, C.F-. Mass, 1996: Interaction of an Intense Extratropical Cyclone with Coastal Orography. *Mon. Wea. Rev.*, **124**, 1329-1352.

Tian, S.-F., and T. Yasunari, 1998: Climatological Aspects and mechanism of spring persistent rain over Central China. *J. Meteor. Soc. Japan.*, **76**, 57-71.

감사의 글

부족한 저에게 말이 아닌 행동으로 학문의 길을 가르쳐 주시고 이 논문이 완성되기까지 수고와 질책을 아끼지 않으신 변희룡 교수님께 고개 숙여 감사드립니다. 누가 알아주지 않더라도 묵묵히 연구에 몰두하시는 교수님의 모습을 언제나 기억하면서 배우겠습니다. 학부와 대학원 과정을 통해 많은 가르침과 격려를 아끼지 않으신 한영호 교수님, 오재호 교수님, 정형빈 교수님, 김영섭 교수님, 이동인 교수님, 옥곤 교수님께 진심으로 감사 드립니다.

바쁘고 힘들지만 자신의 일처럼 도와주고 격려해준 나의 영원한 벗 한상은 동기에게 정말 함께 있어줘서 고맙다는 말을 전합니다, 옆에서 논문그림을 도와준 서동일 동기, 나의 마음을 이해해주었던 최기선 동기, 많은 질문과 대화로 문제점을 발견하게 해준 김기훈 동기, 같이 고생한 강경아, 전수경, 박준혁 동기에게 진심으로 고맙다는 말을 전합니다. 어려울 때 마다 격려를 아끼지 않은 강민규 선배, 자료정리에 도움을 준 허혜숙, 같이 생활한 심재훈, 이현아, 김태희, 오지은, 김민혁, 김정훈, 김유원, 김화정, 정유경, 하지현 후배에게도 감사의 말을 전합니다. 또한 학부와 대학원 과정을 통해 도움을 준 임병환 선배, 임장호 선배에게도 진심으로 고마움을 표합니다.

바쁜 직장 생활가운데서도 연구에 몰입할 수 있었던 것은 안창열 대장님, 임병문 대장님, 김영남 대위님, 배수장 대위님, 임헌호 대위님, 이일용 대위님, 안종성님 하만근님, 김종달님, 김성열님의 관심과 배려 때문입니다. 감사드립니다. 또한 같이 동고동락한 이태경, 이호

민, 문태수, 이상만, 도종호, 박종일, 임성원, 전창훈 님께도 고개 숙여 진심으로 감사드리고 그 외에 4기상대 대원들과 제73기상전대 모든 분들에게 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

저를 낳아주시고 길러주신 부모님과 많은 관심을 주신 누님과 좌형, 동생 그리고 나에게 기쁨을 주는 사랑하는 조카 세희, 세영, 상호에게 고맙다는 말을 전합니다. 저를 위해 늘 안타까운 마음으로 기도하시고 걱정하시는 이창수 형제님과 자매님에게 고마움을 전하며 황영성, 박호진, 정해전, 노현용, 전경재, 윤태수, 노현태, 이형철, 심성헌 형제에게 그 동안 나를 용납하고 함께 해준 것에 감사를 드립니다. 이 작은 결실이 나오기까지 항상 인도하시고 힘과 지혜와 은혜를 주신 하나님께 감사드립니다.