

동해시의 降水 분포 특성

이 장 렬

관동대학교 사범대학 지리교육과

The Distribution of Precipitation in Donghae-Shi

Jang Lyol Lee

Department of Geographical Education, Kwandong University, Gangnung-Shi, 210-701, Korea

요 약

본 연구에서는 동해시의 강수 분포 특성을 파악하고자(1993~1997) 해안, 동해 레이더 기상대, 서부 산지의 고도 148m, 고도 320m, 고도 842m와 같은 고도의 경포해안, 설악산 관리사무소, 소금강 관리사무소의 AWS, 대관령 기상관측소 등의 일·월별 강수자료를 분석하였다. 이 결과를 요약하면 다음과 같다.

동해시에서 1시간 최대 강수량은 62.4mm, 일 최대 강수량은 200mm, 월 최대 강수량은 355.5mm이고, 일 신적설 최심은 35.5cm이다. 여름철 강수량은 해안에서 서부 산지로 고도가 높아질수록 증가하는 경향이고, 겨울철 강수량은 해안이나 높은 산지에 많은 편이다.

동해시에 나타난 호우 중 강우량이 가장 많았던 경우는 태풍이 통과할 때이고, 그 다음은 장마전선, 저기압 통과 순이다. 일 강수량 20mm 이상이 나타난 날은 총 81일인데 이 중 44일이 여름철에 나타났다. 이는 장마전선의 북상과 오호츠크해 고기압에 의한 북동기류의 유입 때문이다. 동해시에서는 종관 환경에 따라 해안과 높은 산지에 강설량의 차이가 나타났다.

ABSTRACT

This study examined the spatial distribution of precipitation in Donghae-Shi. The daily, monthly precipitation on the 2 stations, 3 AWS(Automatic Weather Station) were analyzed by altitudinal distribution, the air pressure type and days of daily precipitation.

The results of the study are as follows.

1 Hour greatest precipitation is 62.4mm(1994. 10. 12), Daily greatest precipitation, 200mm (1994. 10. 12), Monthly greatest precipitation, 355.5mm(1994. 10), Maximum depth of snow fall, 35.5cm(1994. 1. 29) in Donghae-Shi, 1993~1997.

Altitudinal distribution of precipitation in Summer tends to have more precipitation at higher altitude, in Winter, high mountains and coast have more precipitation than other sites do. The heavy rainfall in Donghae-Shi is mainly formed by a Typhoon, next is Jangma front. The number of consecutive days of daily precipitation ≥ 20 mm is 81days, 44days of those appeared in Summer season.

The synoptic environment causes the difference in observed the heavy snowfall amount between high mountains and coast.

서론

동해시는 강원도 영동지방 남부에 위치하고 있다. 시의 동은 동해, 북은 망운산(338m) 옷재, 형제봉, 매봉산(607m)을 경계로 강릉시의 옥계면, 서는 원방재, 상월산(970m), 이기령, 고적대를 경계로 정선군 임계면, 남은 연철성령, 청옥산(1,404m), 두타산(1,353m)을 경계로 삼척시의 하장면, 선음산, 배수고개를 경계로 미로면 등과 접하고 있다.

수리적 위치는 동경 128° 25'에서 동경 129° 32' 이고, 북위 37° 30'에서 북위 37° 45'이다.

동해시의 총면적은 약 180.3km²인데, 토지이용별 면적을 보면 임야가 138.5km²(76.8%), 대지 5.5km²(3%), 논 6.7km²(3.7%), 밭 10.9km²(6%), 기타 18.7km²(10.4%)이다.

시의 지형고도는 西高東低 南高北低로 東.西의 길이는 약 17.8km, 南北의 길이는 약 19.8km이며 해안선은 약 20.7km이다. 동해시의 동, 서의 지형 단면도를 보면 대략 고도 200m이하에 취락, 경지, 도로, 철도 등이 분포하고 있다.

1990년대에 강수량이 많았던 해(年)는 1993년(1,423.3 mm)으로 집중호우가 나타나 농경지 도로가 침수되고, 사방시설, 건물, 천곡천연동굴, 상수도 등에서 많은 피해가 있었다. 강수량이 적었던 해는 1995년으로 (754.8mm) 가뭄이 나타나 서부 산지 마을에서는 식수 부족 현상까지 나타났다.

동해시는 집중호우와 물 부족 현상에 대비한 물(수자원)관리는 시(市)의 주요 사업의 하나이다. 동해시는 서부 산지에서 해안선까지 직선거리가 30km 이내로, 하천은 수계가 짧고, 수량(水量)이 풍부하지 못하다.

현재 신흥천과 천천 외에 강릉시 옥계면의 주수천의 물을 끌어와 식수로 하고 있는데, 앞으로는 도시계획 확대에 따른 인구증가를 대비하여 천천에 암반관정의 설치 또는 인근 지역 하천 상류에 댐 건설을 계획하고 있다. 이와 같은 소지역

의 물 관리의 중요성은 기후학 연구에도 잘 반영되어 다음과 같은 기존의 연구논문들이 있다. 이현영(1975)의 대구를 중심한 낙동강 유역 분지의 물수지 연구, 중앙관상대, 기상연구소(1980)의 태백산맥의 폭우와 폭설, 이장렬(1993)의 대관령 동, 서 산지 사면의 고도에 따른 강수량 분포, 이광주, 유재환(1998)의 영동 남부 지방의 강수 특성, 소선섭, 이영기(1998)의 영동 지방에서 발생한 호우의 사례 분석, 정영근(1999)의 호남지방 대설 발생의 종관 환경, 이재규(1999)의 대관령과 강릉지역의 강설량 차이를 일으키는 종관 구조, 이승호(1999)의 제주도 지역의 강수 분포의 특성 등으로 현재까지 소지역의 강수에 관한 연구는 부진하다. 필자는 소지역 기후를 연구한다는 연장선 상에서 동해시의 강수 분포의 특성을 밝히려고 한다.

연구방법은

1. 지역 기후환경에 적절히 대응하기 위하여 강수량 분포의 극치를 조사하고,
2. 호우가 나타난 날의, 시간별 강수량 변화를 살펴보고,
3. 일 강수량 20mm 이상의 지속적 강수일과 강수시의 풍향, 풍속을 알아보았다.
4. 호우와 대설시에 해안과 산지의 강수량 분포의 차이를 추정하고, 이때의 종관 환경을 알아보았다.

자료는 동해시 서부 산지의 고도별 강수자료가 전무해서, 강릉시, 속초시에 해당하는 태백산맥의 동쪽 산지 사면의 고도 자료를 이용했다. 이 사면의 형태가 동해시의 서부 산지와 대체로 비슷하므로 동해시 서부 산지의 고도별 자료는 소금강 관리사무소, 설악산 관리사무소, 대관령 기상관측소 등의 자료를 참고하여, 동해시 서부 산지의 강수량 분포를 추정하였다. 이 외 이용한 자료는 강원기후표(1997), 동해시의 1 : 50000지형도, 강릉지방 기상청의 지상일기도(1993~1997), 일기상 통계표, 시간별 기상 통계표(1993~1997), 기상청의 자동기상월보(1993~1997), 동해시 레이다 예보(1993~1997)등이다.

강수량 분포 (1993~1997)

강수량의 극치

<Fig. 1>은 동해시의 지형도이다.

동해시의 연평균 강수량은 995.4mm로, 같은

기간의 강릉지방에 비하여 약 250mm 이상 적다. 연중 월 강수량이 가장 많은 달(月)은 8월이고, 가장 적은 달(月)은 12월이다.

동해시의 10분간 최대 강수량은 1996년 9월 26일의 17.2mm, 1시간 최대 강수량은 1994년 10월 12일의 62.4mm, 일 최대 강수량은 1994년 10월

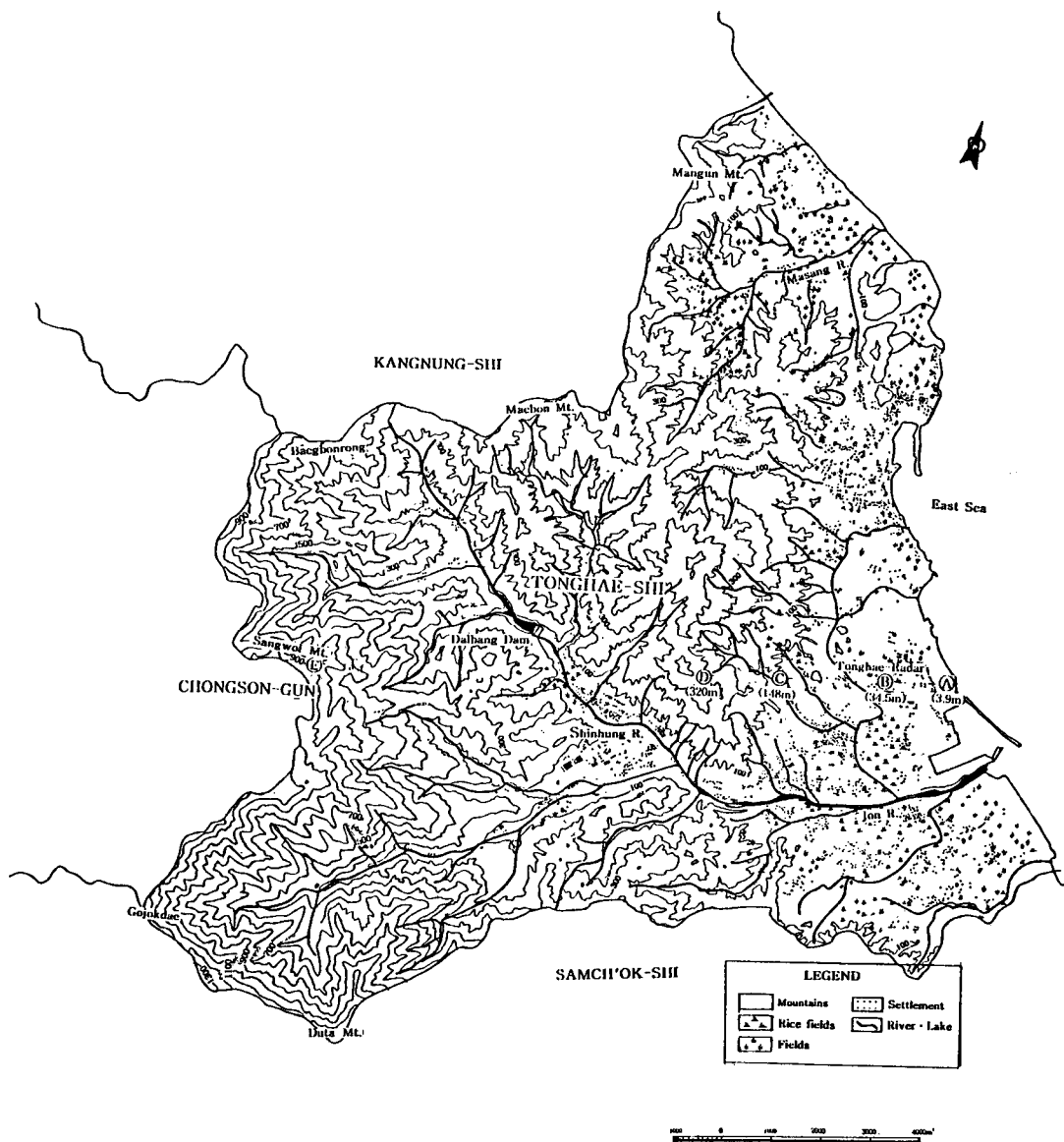


Fig. 1. Study area.

12일의 200mm, 월 최다 강수량은 1994년 10월의 355.5mm, 일신적설최심(日新積雪最深)은 1994년 1월 29일의 35.5cm이고, 일적설최심(日積雪最深)은 1996년 2월 19일의 65.4cm이다.

동해시와 남·북으로 인접해 있는 강릉시(1912~1996)와 삼척시(1971~1995)의 시간, 일, 월별 강수량 극치의 공통적인 특성은 7, 8월은 물론 9월, 10월에도 비가 많이 내리고, 1월말에서 2월말에 눈이 많이 내린다는 사실이다.

눈(雪)이 빨리 내리는 해(年)는 11월부터 내리기 시작하고 또 어떤 해는(年) 4월까지 눈이 내린다.

최근 5년(1993~1997)간의 연 평균 강설일수는 약 16일이고, 강설량은 2월에 많았다.

최근 5년간(1993~1997)의 총 강수일수는 482일인데, 강수일이 제일 많은 달(月)은 8월로 67일이고, 제일 적은 달(月)은 12월로 20일이다.

월, 계절별 강수량 분포

〈Fig. 2〉는 해안의 동해 레이더(고도 34.5m)와 서부 산지 고도 320m 지점에 해당하는 즉, 〈Fig. 1〉에서의 B와 D지점의 월평균 강수량을 비교한 것이다.

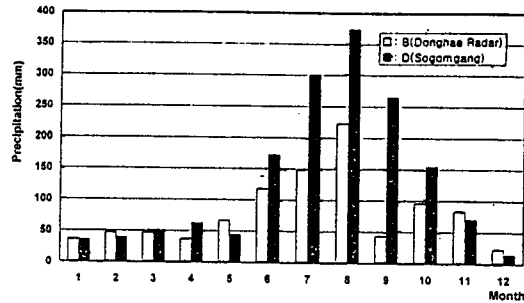


Fig. 2. Monthly mean precipitation at B Donghae Radar, D Sogomgang(1993~1998).

그림에서 봄, 겨울철에는 두 지점의 강수량이 적고 또한 비슷하지만 여름, 가을철(9~10월)에는 해안보다 산지의 강수량이 월등히 많다. 해안과 산지 다같이 8월에 강수량이 제일 많고, 12월에 가장 적다.

〈Fig. 3〉은 고도별 여름과 겨울철의 강수량을 나타내고 있다.

〈Fig. 1〉에서 A지점은 고도 3.9m인 경포해안, B지점은 동해레이더 기상대(고도 34.5m), C지점은 고도 148m인 설악산 관리사무소, D지점은 고도 320m인 소금강 관리사무소, E지점은 고도

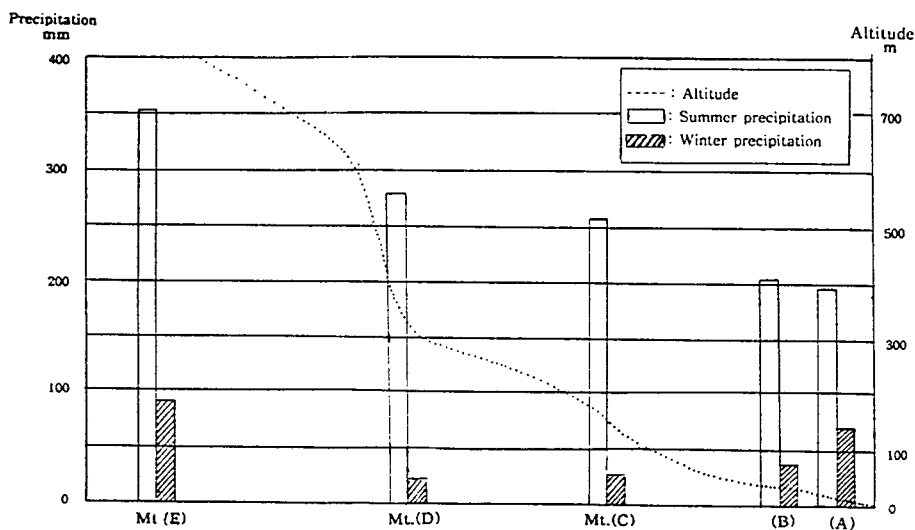


Fig. 3. Summerly mean precipitation and winterly precipitation with altitude. (1990~1998).

Table 1. The distribution of precipitation with altitude on the air pressure types

지점 \ 기압형	장마전선 (1993. 7. 17)	태풍 (1994. 10. 12)	저기압 (1997. 7. 1)
A(경포해안)	46.0mm	.	102.0mm
B(동해레이더)	90.7	200.0mm	50.9
C(설악산 관리사무소)	131.5	260.5	71.5
D(소금강 관리사무소)	106.0	202.5	123.5
E(대관령 기상관측소)	127.9	139.3	101.0

842m인 대관령 기상관측소에 해당한다.

여름철 강수량 분포는 고도가 높아질수록 강수량이 증가하지만 겨울철 강수량의 분포는 일정하지 않고, 높은 산지와 해안에 강수량이 많았다.

호우(豪雨)와 대설(大雪)

〈Table 1〉은 1993~1997년에 한반도에 나타난 각 기압형 중에서 동해시에 강우량이 가장 많았던 경우의 기압형과 고도별 일 강수량을 나타낸다.

표에서 〈Fig. 1〉의 A, C, D, E 고도에 해당하는 경포해안, 설악산 관리사무소, 소금강 관리사무소, 대관령 기상관측소의 강우량을 동해시 서부산지의 고도별 강우량을 추정할 수 있다.

조사기간에 고도별 강수량 분포는 일정치 않고, 동해시에서는 태풍 통과시에 강우량이 가장 많았고, 그 다음으로 장마전선, 저기압 통과 순으로 강우량이 많았다. 이때의 지상일기도가 〈Fig.

4, 5, 6〉이다.

〈Fig. 7〉은 호우가 나타난 날의 기압형의 시간별 강수량의 변화를 나타내고 있다.

그림에서 장마전선이 통과할 때는 12mm 이하

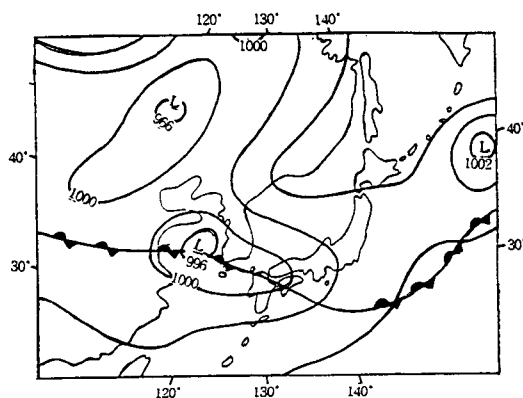


Fig. 4. Jangma front(1993, 07, 17, 09:00).

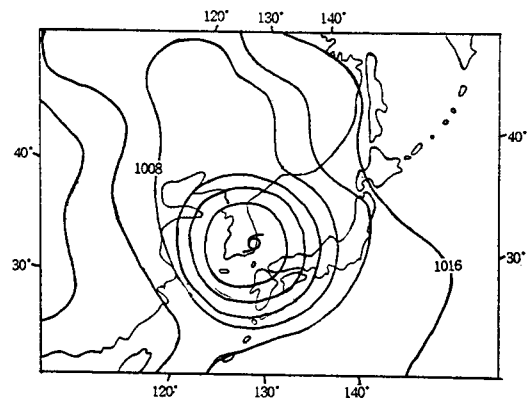


Fig. 5. Typhoon(1994, 10, 12, 09:00).

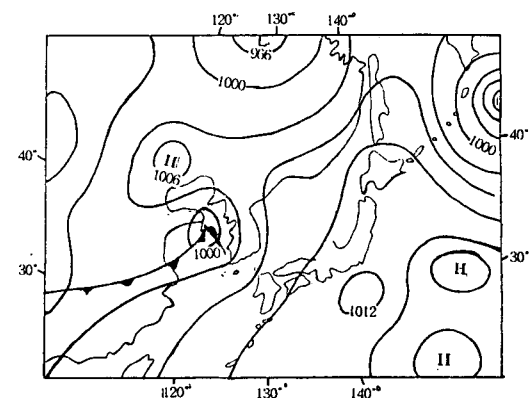


Fig. 6. Low pressure(1997, 07, 01, 09:00).

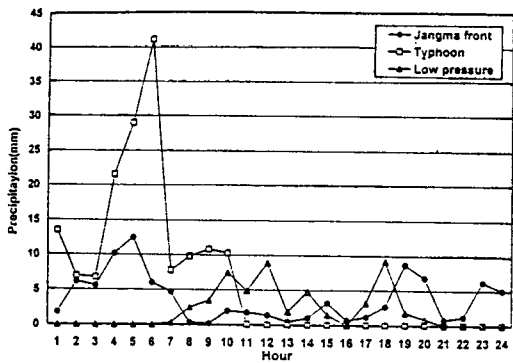


Fig. 7. Hourly precipitation by Jangma front(1993. 07. 17), Typhoon(1994. 10. 12) and Low pressure(1997. 07. 1).

의 강우량이 거의 24시간 계속 나타났고, 저기압이 통과할 때는 10mm 이하의 강우량이 9시간이나 계속되었다. 태풍이 있을 때는 10시간동안 많은 강우량이 나타났고, 06시에는 40mm 이상의 강우량이 있었다.

〈Table 2〉는 1993~1997년에 동해시에서 나타난 일 강수량 20mm 이상인 강수일이다.

표에서 일 강수량 20mm 이상인 강수일이 여름철에 많은 것은 장마전선의 북상과 오호츠크해고기압의 확장에 따른 북동기류에 기인하며, 그 다음 가을철 강수일수가 많은 것은 태풍통과와 북고남저형의 기압배치로 영동지방에 북동 기류가 유입되기 때문이다.

동해시에서 일 강수량 20mm 이상의 강수 현상이 나타날 때 이 지역의 풍향과 풍속의 빈도를 나

타낸 것이 〈Fig. 8〉이다.

그림에서 동해지방에서 일 강수량 20mm 이상의 강수일은 북풍계 바람에서 가장 많이 나타났고, 동풍~동남풍의 바람이 불 때는 전혀 나타나지 않았다. 단일 풍향으로 불 때는 북북동 북북서 풍일 때 강수일이 많았다.

일 강수량 20mm 이상의 강수일이 나타난 총 81일 중 정온 상태에서 13일, 풍속 1~2m/s에서 45일로 풍속이 약할 때 강수일이 많이 나타났다.

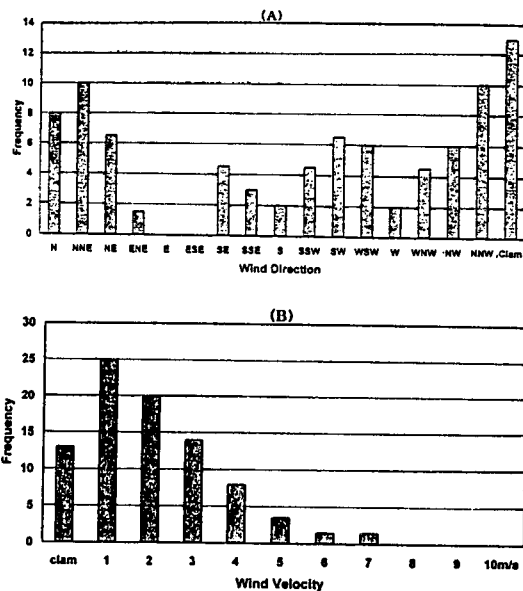


Fig. 8. Frequency of wind direction (A) and wind velocity (B) in days of daily precipitation ≥ 20 mm in Donghae-shi, 1993~1997. (Gwang Ju Lee, Jae Hum Yu, 1998).

Table 2. Days of daily precipitation ≥ 20 mm in Donghae-shi

년 \ 월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계
1993	1	2	·	2	1	3	4	6	·	1	2	·	22
1994	2	·	·	·	1	2	·	2	·	5	2	·	14
1995	·	1	1	·	·	2	3	6	1	·	·	·	14
1996	·	1	1	1	·	3	3	5	1	2	2	·	19
1997	·	·	·	·	4	1	2	2	3	·	·	·	12
계	3	4	2	3	6	11	12	21	5	8	6	·	81

Table 3. The distribution of precipitation with altitude on the heavy snowfall

지점	구분	산지 대설 (1995. 3. 3)	해안 대설 (1997. 2. 3)
A(경포해안)		·	30.0mm
B(동해 레이더 기상대)		6.6mm	10.0
C(설악산 관리 사무소)		·	1.0
D(소금강 관리 사무소)		·	1.0
E(대관령 기상관측소)		26.0	8.1

1993~1997년에 영동지방의 해안과 서부 산지에 각각 대설(大雪)이 있었던 날을 선정하여, 동해시의 해안과 서부 산지의 강설 분포를 알아보았다.

〈Table 3〉은 서부 산지에 대설이 있었던 1995년 3월 3일과 해안에 대설이 있었던 1997년 2월 3일의 고도별 강설량을 나타낸다.

표에서 산지 대설시에는 〈Fig. 1〉의 B지점(고도 34.5m)인 동해 레이더 기상대와 E지점과 고도가 같은 대관령(고도 842m)과의 강설량의 차이는 19.4mm이고, 해안 대설시에는 〈Fig. 1〉의 A지점(고도 3.9m)과 E지점과의 강설량 차이는 21.9mm이다. 산지 대설의 경우, 지형에 의한 상승류의 역할로 수분 공급이 다소 강하게 이루어졌고, 해안 대설의 경우보다 역전층의 고도가 높았다.(Lee, T.Y, 1986) 대기 하층의 공기 덩어리가 동해상에 체류하는 시간도 해안 대설의 경우보다 길었다. 해안 대설의 경우, 지형효과는 상대적으로 적고 해면과 지면의 거칠기의 차이에 따라 마찰 수렴의 효과에 의한 상승운동으로 해안에 강설이 많았다.(이재규, 1999)

〈Fig. 9〉는 산지 대설시의 일기도이다.

일기도에서 기압배치는 서고동저형이며, 일본 남쪽 해상에 1008hpa의 저기압이 발달하면서 동해안 방향으로 등압선의 간격이 좁아져 동해안으로 북동계의 바람이 유입된다.

〈Fig. 10〉은 해안 대설시의 일기도이다.

일기도에서 한반도는 등압선의 방향이 북동에서 남서방향이고, 동해 중부 해상의 기압골은 다

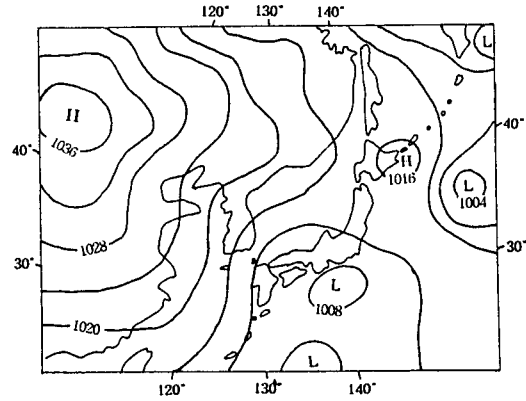


Fig. 9. Synoptic surface weather chart (1995. 3. 21 : 00).

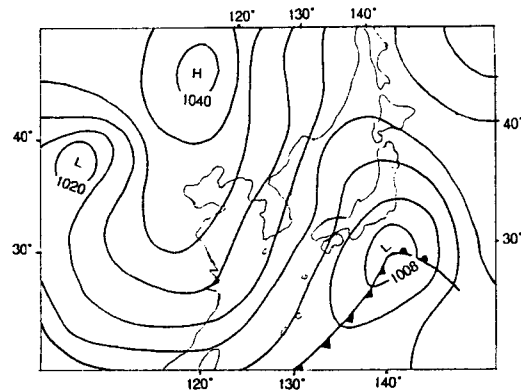


Fig. 10. Synoptic surface weather chart (1997. 2. 3 09 : 00).

소 강화되어 서고 동저형의 기압배치를 이루고 있다.

요약 및 결론

동해시의 강수 분포의 특성을 요약하면 다음과 같다.

1. 동해시에서(1993-1997) 1시간 최다 강수량은 62.4mm(1884. 10. 12), 일 최다 강수량은 200mm(1994. 10. 12), 월 최다 강수량은 355.5mm(1994. 10), 일신적설 최심은 35.

- 3cm(1994. 1. 29)이다.
2. 월 강수량의 대부분이 해안이나 산지 모두 여름에 집중되고, 여름철 강수량은 고도가 높아질수록 증가하고, 겨울철 강수량은 해안이나 높은 산지에 많이 나타났다.
 3. 동해시에 나타난 호우중 강우량이 가장 많았던 경우는 태풍이 통과할 때이고, 그 다음은 장마전선, 저기압 통과 순이다.
 4. 동해시에서 일 강수량 20mm 이상이 나타난 날이 여름철(총 81일중 44일)에 많은 것은 장마전선의 북상과 오호츠크해 고기압의 확장 때 따른 북동 기류의 유입 때문이다.
일 강수량 20mm 이상의 강수일은 북풍계 바람에서 가장 많이 나타났고, 동풍 ~ 동남풍의 바람이 불 때는 전혀 나타나지 않았다. 그리고 풍속은 1~2m/s일 때 45일, 정온 상태에서 13일이 나타났다.
 5. 동해시에서 산지나 해안에 대설이 있을 경우, 해안과 산지의 강설량의 차이는 19~22cm로 추정되는데, 이는 해안과 산지의 강설량 차이를 일으키는 종관환경 때문이다.

참고문헌

- 이현영, 1975. "대구를 포함한 낙동강 유역 분지의 물 수지 연구" 지리학, 제11호 pp. 65-77.
- 중앙관상대, 기상연구소, 1980. "태백산맥의 폭우와 폭설" MR-80-1. pp. 3-48.
- 이장렬, 1993. "대관령 동·서 산지사면의 고도에 따른 강수량 분포" 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문.
- 소선섭, 이영기, 1998. "영동지방에서 발생한 호우의 사례분석" 한국지구과학회지, 제19권 제6호, pp. 590-609.
- 이광주, 유재훈, 1998. "영동 남부지방의 강수특성" 강원기상 특성집 제7권 pp. 261-286.
- 정영근, 1999. "호남지방 대설 발생의 종관환경" 한국지구과학회지, 제20권 제4호. pp. 398-410.
- 이승호, 1999. "제주도 지역의 강수분포 특성" 대한지리학회지, 제34권 제2호. pp. 123-136.
- 이재규, 1999. "대관령과 강릉지역의 강설량 차이를 일으키는 종관구조" 한국기상학회지, 제35권, 제3호, pp. 319-334.
- Tae-Young Lee, 1986. "The effects of an inversion layer on the sea and land breeze circulation." *J. Korean Meteor. Soc.*, 22. pp. 48-61.

(Accepted : December 6, 1999)