

# 부산지방의 강설특성에 관한 종합기후학적 연구

조    재    상 \*  
박    종    길 \*\*  
문    승    의 \*\*\*

## 《目 次》

1. 서    론	5) 연도별 강설일수 및 강설량의 강도분포
2. 자료 및 연구방법	4. 기압배치형에 따른 강설분포
1) 자료	5. 강설일의 종합적 기상특성
2) 연구방법	1) 지상 및 상층일기도
3. 통계적 분석	2) 바람과 기온의 연직구조
1) 부산지방 강설일수의 계급별 발생빈도	3) 혼합비
2) 강설일의 경년변화	4) Potential instability
3) 강설량의 경년변화	6. 결    론
4) 강설일수 및 평균 강설량의 월별분포	

관계 및 탁월풍향, 해양과의 거리 등에 의해 결정되어진다.<sup>2)</sup>

## 1. 서    론

강우와 강설은 본질적으로 차이는 없으나, 대체로 지상 기온이 0~4℃ 이하인 경우, 강수는 눈이 되며 4℃ 이상에서는 비가 된다. 또 강수량은 기후요소중 가장 국지성이 강하며 특히, 강설량은 기온과 달리 지역 대표성이 부족하다.<sup>1)</sup> 또 강수량의 다과는 저기압의 이동경로와 산맥의 배치

동계 강수에 관한 연구로는 河村(1961)가 북해도의 동계 강수분포를 고찰하였으며, Kurosaka (1978)<sup>1)</sup>는 일 강설량이 10 cm 이상인 날을 다 강설일로 선정하여 일본 동북 지방의 강설 분포를 종합 기후학적으로 연구하였고, Tasaka (1980)<sup>4)</sup>는 저기압의 위치에 따른 강수분포의 특성 및 그의 시간 변화를 조사하였으며 Yamakawa (1980)<sup>5)</sup>는 일본에 있어서의 한랭 전선성 강수를 상당 온위와 연관시켜 강수분포의 지역성을 종합적으로

\* 부산 동래 고등학교 교사

\*\* 부산대학교 사범대학 지구과학과 조교

\*\*\* 부산대학교 자연과학대학 대기과학과

1) 朝倉正 外, 1983, 氣象調査法, 第4刷, 朝倉書店, 東京, pp. 30~40.

2) 河村武, 1961, 北海道における冬季の降水分布の總觀氣候學的 考察, 地理學評論, 34, 585~609.

3) Kurosaka, H., 1978, "A Synoptic Study on Distribution Pattern of Daily Depth of Snowfall in the Tohoku Region", *Geograp. Riv. Japan*, Vol.51, No.12, p.841 ~ 851.

4) Tasaka, I., 1980, "Distribution of Winter Precipitation Brought about by the Passage of Depressions over the Japanese islands", *Geograp. Riv. Japan*, Vol.53, No.1, p.29 ~ 44.

5) Yamakawa, S., 1980, "A Synoptic Climatological Study on Cold Frontal Precipitation in Japan.", *Geograp. Riv. Japan*, Vol.53, No.9, p.574 ~ 588.

연구하였다. 그리고 Wakizaka (1986)<sup>6)</sup>는 일본 열도의 동계 강수분포의 지역적 특성 연구에서 다 강수시는 500 mb 면의 한기와 위도에 의해 결정된다고 보았으며, Wakasa 만의 동계 강수분포의 시간적 변화 특성에서는 상층 한기의 이동과 850 mb 면의 풍향과 대응하여 나타난다고 하였다.

또한, 강도가 센 강수의 요인으로는 다습한 대기의 이유, 지형적인 영향, 그리고 대기의 불안정 등을 들 수 있는데, Holgate (1973)<sup>7)</sup>는 영국 English Lake district 에서의 지속적인 호우(8 mm/h 이상이고 총 50 mm 이상)를 분석하여 모두 아열대에서 유입된 습윤한 저기압성 기류 때문임을 밝혔다.

일반적으로 강수에 대한 지형적인 영향은 대기층이 불안정한 경우에만 현저하다.<sup>8)</sup> Harrold (1971)<sup>9)</sup>는 영국의 해상과 남서부 지방에서의 강수연구에서 대기가 불안정한 경우와 안정한 경우를 나누어 생각하였는데 대기가 안정한 경우에는 육상과 해상이 고른 강수 분포를 보이고 있으나, 불안정한 경우에는 지형적인 영향이 최소로 나타난다고 할 수 있는 해상과 도서 지방보다 육상에서의 강수량이 현저한 증가를 보이고 있음을 지적하였는데, 이것은 지형적 효과가 대기가 불안정한 조건에서만 중요하다는 것을 의미한다.

한편, 우리나라는 동 아시아의 연변에 위치해 있으므로 동계에는 한랭한 대륙성 기단의 지배를 주로 받아 호천일이 많으나, 한랭전선 및 저기압의 통과와 계절풍에 의한 강수현상이 종종 나타난

다.<sup>10)</sup> 동계 강수에 대한 연구로는 Kim (1979)<sup>11)</sup>이 남한의 강설분포 특성을 기상조건과 연관시켜 고찰한 것과, Moon et al. (1980)<sup>12)</sup>이 동계 전선 통과에 따른 남한의 강수분포 특성을 고찰한 것 그리고 Yang, et al. (1983)<sup>13)</sup>의 울릉도 대설에 관한 연구 등이 있다. 또 Moon et al. (1982)<sup>14)</sup>은 저기압에 동반된 대설의 특성을 습윤기류의 유입과 중층의 불안정 효과를 도입하여 설명하였다.

본 연구에서 대상으로 하고 있는 지역은 한반도의 동남단에 위치하고 있는 부산 지방으로, 다른 해안 지방에 비해 강설의 회수 및 강설량은 훨씬 적으나 경우에 따라서는 많은 눈이 오는 수도 있는 지역특성이 있는 곳이다. 그래서 본 논문에서는 1956년부터 1987년 사이에 있었던 부산 지방의 강설의 빈도 및 강설 계급의 경년 변화를 알아 보고, 부산지방에 강설을 보인 강설일의 기압배치형을 유형별로 분류하였고, 그 중 가장 많은 강설을 나타낸 사례를 택하여 그 강설원인을 종관적으로 분석하고자 한다.

## 2. 자료 및 연구 방법

### 1) 자료

1956년부터 1987년까지 동계(12월, 1월, 2월, 3월) 부산지방의 강설의 종관기후학적 특성을 갈

- 
- 6) Wakizaka, Y., 1986, "Temporal Characteristics of Precipitation Distribution During Winter Monsoons in the Region Around the Wakasa Bay", *Geograp. Riv. Japan*, Vol.59, No.10, p.606 ~ 624.  
 \_\_\_\_\_, "Regional Characteristics in the Distribution of Precipitation during the Winter Monsoon in Japan", *Geograp. Riv. Japan*, Vol.59, No.2, p.85 ~ 97.
- 7) Holgate, H.T.D., 1973, "Rainfall forecasting for the river authorities", *Met. Mag.*, 102, p.33 ~ 38.
- 8) Miller, J.E., 1955, "Intensification of precipitation by differential advection", *J. Met.*, 12, pp.472 ~ 477.
- 9) Harrold, T.W., 1973, "Mechnisms influencing the distribution of precipitation with in baroclinic disturbances", *Quart. J. R. Met. Soc.*, 99, pp.232 ~ 251.
- 10) Kim, K.S. et al., 1976, "The Climate of Korea," *Iljisa*, Seoul, pp.327.
- 11) Kim, S.S., 1979, "Meteorological Condition for Korean snowfall with the Depth  $\geq 10$ cm", *J. Kor. Met. Soc.*, Vol.15, No.1, pp.1 ~ 10.
- 12) Moon, S.E. and Kim, S.Y., 1980, "On the Distribution of Winter Precipitation according to the Passage of Front and / or Low in Korea", *J. Kor. Met. Soc.*, Vol.16, No.2, p.1 ~ 13.
- 13) Yang, I.K. et al., 1983, "An Analysis of Heavy Snow Storms of Ulreung Island," *J. Science*, Pusan National Univ., Vol.35, p.37 ~ 49.
- 14) Moon, K.T. and Kim, H.J., 1982, "Some Characteristic Features of Heavy Snowfall Associated with Wintertime Depession During 14 ~ 16 Jan., 1981", *J. Kor. Met. Soc.*, Vol.18, No.1, p.22 ~ 32.

Table 1. List of selected dates of snowy days at Pusan(1956~1987)

Year	Month	Date	Year	Month	Date	Year	Month	Date
1956	1	11	1968	12	22	1978	1	2, 29, 19
	12	21	1969	1	7, 11, 12, 28, 29, 30		2	2
1957	1	11		2	3, 4, 5, 15, 27	1979	1	15, 31
	2	9, 18		3	11, 12		12	23, 24
	12	18		12	2, 9, 30	1980	2	5
1958	1	1, 4, 15, 26, 28	1970	1	30		12	3, 9, 12, 14, 24
	12	27		12	13, 22	1981	1	10, 15, 16, 31
1959	1	10, 13	1971	1	4, 8, 13, 22, 25		2	1, 17, 20
	12	19, 20		2	9		12	1, 19
1960	1	16, 27		12	6	1982	1	15, 18, 31
	12	17	1972	.	.		2	3, 4
1961	.	.	1973	1	2		12	12
1962	1	1, 11, 18, 25		12	6, 23, 28	1983	2	8, 9, 10, 18, 23
	2	14, 18, 19	1974	1	12, 30		12	11, 24, 30, 31
1963	1	8, 10, 20		2	6, 7	1984	1	3
	2	8	1975	1	13, 19, 22, 28		2	17
1964	2	15		2	18, 19, 20	1985	1	29
1965	1	10, 11		12	22		2	10, 18
	2	2, 5	1976	1	9, 10, 11, 22		12	2
1966	.	.		2	7, 8	1986	1	1
1967	1	6, 11		12	8		2	15, 18
	2	3, 11	1977	1	15, 22		12	27
	12	7, 8		2	4	1987	1	5, 12
1968	1	14, 29		12	1		2	2, 3
	2	3, 15, 19, 20, 23						

기 위하여 부산지방 기상대의 관측 야장으로부터 0.0 mm 이상의 강설기록이 있는 날을 강설일로 선택하여 조사·분석하였다( Table 1).

또, 기압유형 및 강설일의 특성을 조사하기 위하여 사용된 자료로는 중앙 기상대 발행 기상 월보와 고층 기상 월보, 일본 기상청 발행 지상 및 850 mb, 700 mb, 500 mb 면의 상층 일기도와 기상 연감을 사용하였다.

## 2) 연구 방법

먼저 선택된 강설일들을 강설량의 계급별로 분류하여 강설일수 및 강수량의 경년변화를 알아 보고, 또 강설일수와 강설량의 상관관계를 통계적으로 분석하고, 부산지방에 강설을 나타낸 기압 배치형을 유형별로 분류하여 강수 분포의 특성을 조사하였다. 그리고 사례 연구로 선정된 날은 강설일중 가장 많은 일강설량(23.0 mm)을 기록한 날인 1986년 2월 18일을 택하였고, 강설당일 및 그 전일의 강설기구를 종관적으로 분석하기 위하여 온도 및 바람의 연직 변화장, 혼합비장, potential instability를 분석하였다.

Table 2. The occurrence frequencies of snowy days for each grade at Pusan(1956~1987)

precipitation		0.0~1mm			1.1~5.0mm			5.1mm or more			Total (%)			
year	month	1	2	3	12	1	2	3	12	1		2	3	12
1956		1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2(1.3%)
1957		0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4(2.5%)
1958		3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	6(3.9%)
1959		2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4(2.6%)
1960		1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3(2.0%)
1961		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(0%)
1962		3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7(4.6%)
1963		3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4(2.6%)
1964		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1(0.7%)
1965		1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4(2.6%)
1966		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(0%)
1967		2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6(3.9%)
1968		1	4	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	8(5.2%)
1969		4	3	0	3	1	1	1	0	1	1	1	0	16(10.4%)
1970		0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3(2.0%)
1971		4	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	7(4.6%)
1972		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0(0%)
1973		1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	4(2.6%)
1974		2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4(2.6%)
1975		3	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	8(5.2%)
1976		4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7(4.6%)
1977		2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4(2.6%)
1978		2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4(2.6%)
1979		1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	4(2.6%)
1980		0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6(3.9%)
1981		2	1	0	2	1	2	0	0	1	0	0	0	9(5.9%)
1982		3	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6(3.9%)
1983		0	3	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	9(5.9%)
1984		1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2(1.3%)
1985		1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	4(2.6%)
1986		1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	4(2.6%)
1987		1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4(2.6%)
Total		49	34	0	33	11	10	1	2	6	5	1	2	154
(%)		116	(75.3%)	24	(15.6%)	14	(9.1%)	154	(100%)					

### 3. 통계적 분석

#### 1) 부산지방 강설일수의 계급별 발생빈도

1956년에서 1987년까지 82년 동안의 연도별, 월별, 계급별 강설일수의 발생빈도는 Table 2와 같다. Table 2에서 보는 바와 같이 연구기간(1956~1987)을 통하여 볼때 강설기록이 전혀 없었던 해도 3회(1961, 1966, 1972)가 있었고 가장 회수가 많았던 해로는 1969년의 16회로 나타났다. 연구기간 중의 4개월 평균 강설일수는 약 4.8 회였으며 강설계급으로는 1.0 mm 이하가 116회(약 75.3%)로 가장 많았고 1.1 mm 에서 5.0 mm 사이가 24회로 15.6%, 5.1 mm 이상이 14회로 9.1%이었다.

#### 2) 강설일의 경년변화

Fig. 1에서 보는 바와 같이 연구 기간중의 강설빈도 trend는 기울기가 +0.06로 완만하게 상승하는 경향을 보인다. 그리고 그 표준편차는 3.1회로 나타났다. 반면 울릉도 강설일의 경년변화 trend는 기울기가 -0.7로 감소하고 있다.

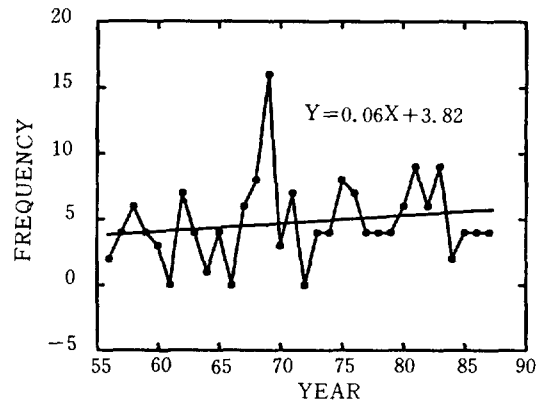


Fig. 1. Secular variation of snowy days at Pusan.

#### 3) 강설량의 경년변화

1956~1987사이의 부산지방 강설량의 경년변화

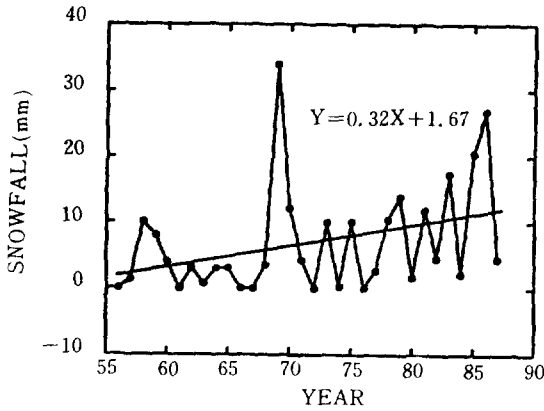


Fig. 2. Secular variation of snowfall at Pusan.

는 Fig. 2와 같으며 trend 를 구해보면 slope 는 +0.32로 강설일의 slope 와 마찬가지로 상승하는 경향을 보였다. 그러나 상승경향은 강설일쪽이 훨씬 컸다. 참고로 울릉도 강설량의 경년변화의 trend 는 감소하였다.

#### 4) 강설일수 및 평균 강설량의 월별분포

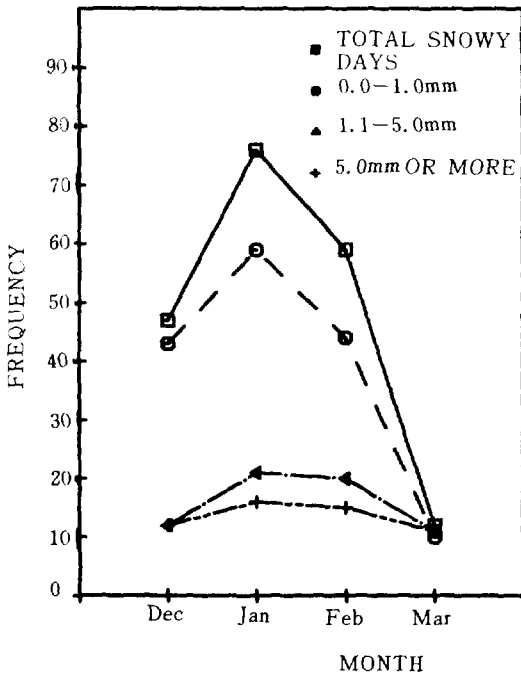


Fig. 3. Monthly occurrence frequencies of snowy days at Pusan.

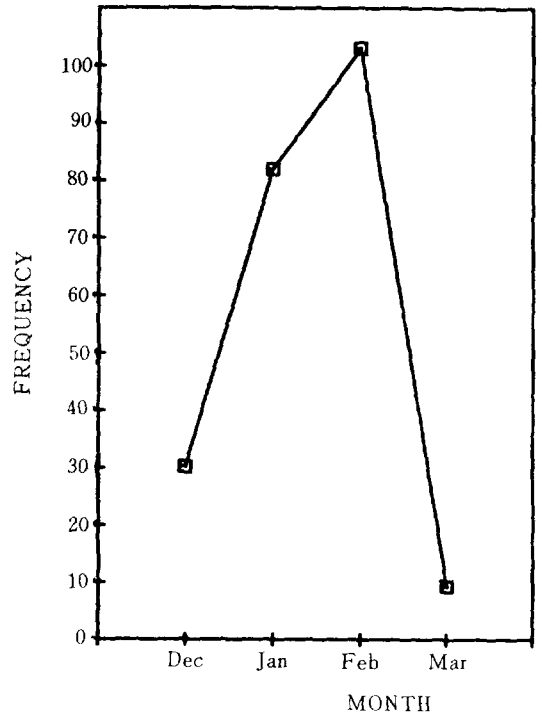


Fig. 4. Monthly snowfall at Pusan.

1956년에서 1987년사이의 강설일수 및 강설량의 월별 분포를 조사한 결과 Figs. 3~4와 같았다. 월별 총 강설일수 (Fig. 3)는 1월이 42.9%(66회)로 가장 많았고 다음이 2월, 12월, 3월의 순으로 울릉도의 강설분포와 같았으나, 월평균 강설량 (Fig. 4)은 2월이 45.9%로 가장 많고, 그 다음이 1월, 12월, 3월의 순으로 울릉도의 1월, 2월, 12월, 3월의 순과는 다소 달랐다.

#### 5) 연도별 강설일수 및 강설량의 강도분포

Fig. 5는 강설빈도와 강설량의 관계를 나타내기 위하여 강설빈도와 강설량의 계급을 각각 A, B, C로 나누어 연도별로 나타낸 것이다. 빈도의 계급은 A와 C 등급을 상·하위 각각 25%씩으로 하고 나머지를 B 등급으로 구분하였는데 이때의 빈도는 A 등급이 7회이상/년, B 등급은 4~6회/년, C 등급은 1~3회/년으로 되었다. 또 강설량의 계급은 Table 1과 같은 기준으로 5.0 mm 이상을 A 등급, 1.1~5.0 mm 를 B 등급, 1.0 mm

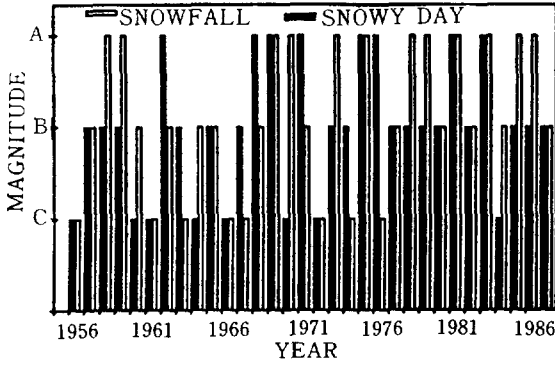


Fig. 5. The magnitudes of frequency and snowfall.

이하를 C 등급으로 나누었다. 이렇게 하면 강설의 빈도 및 양의 경년변화, 빈도와 강설량과의 관계등을 쉽게 볼 수 있다. Fig. 5를 살펴보면 빈도의 등급이 높고 강설량이 낮은 등급인 해(1976)는 강설일수는 많았지만 강설량은 적었음을 의미하며, 그반대 경우의 해(1970)는 강설일수는 적었지만 강설량은 많은 해였음을 의미한다. 그러나 전반적으로는 강설빈도와 강설량의 강도는 대체로 일치함을 알 수 있다. 그리고 최근 10년 간의 강설일의 빈도 및 강설량 모두는 그 전보다 많다.

#### 4. 기압배치형에 따른 강설분포

일반적으로 중위도 지방의 강수는 온대저기압

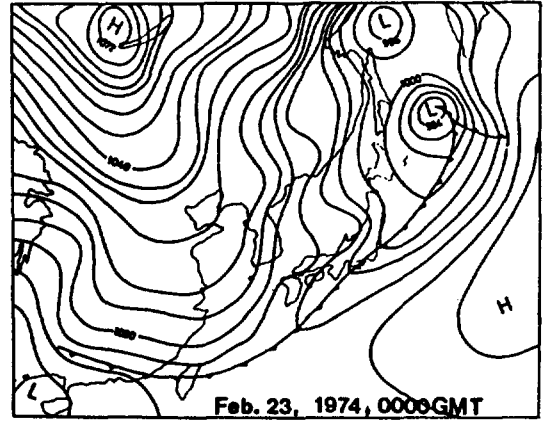


Fig. 6. An example of pattern Ia (Moon, 1982).

및 그에 동반된 전선과 밀접한 관계를 갖고 있는데, 동계 우리 나라의 강설은 계절풍과 저기압 및 전선에 의해 주로 지배를 받는다. 부산지방의 강설과 관련된 기압배치형을 분류하기 위해 32년간 (1956~1987) 동계 부산지방에 강설이 있었던 날을 택하여 강수 원인별로 3가지 유형과 세분된 6가지 형으로 분류하였다 (Table 3).

Table 3에서 보는 바와 같이 부산지방의 강설에 따른 기압배치는 Siberia 고기압이 장출하는 경우 (Type I, 57 cases)와 한랭전선이 통과하는 경우 (Type II, 15 cases), 그리고 저기압이 통과하는 경우 (Type III, 82 cases)의 3가지로 크게 나눌 수 있다. 각 Type 별 대표적인 강설분포는 Figs. 8~13과 같다.

Siberia 고기압형은 그 주된 세력의 진출방향

Table 3. Snowfall and its occurrence frequency for each pressure pattern.

Synoptic system	Type	Frequency (%)	Mean precipitation(mm)	Range of precipitation(mm)
Siberian high pressure type	I - a	43( 27)	0.04	0.0~ 0.7
	I - b	14( 9)	2.36	0.0~10.4
Cold front type	II	15( 10)	0.8	0.0~ 6.08
Depression type with front	III - a	4( 3)	0.8	0.0~ 3.00
	III - b	29( 19)	4.43	0.0~23.0
	III - c	49 ( 32)	0.7	0.0~ 5.8
Total		154(100)		

15) Moon, S.E., 1982, "Classification of Pressure Patterns Centered on the Korean Peninsula", *J. Science, Pusan National Univ.*, Vol.37, p.267 ~ 280.

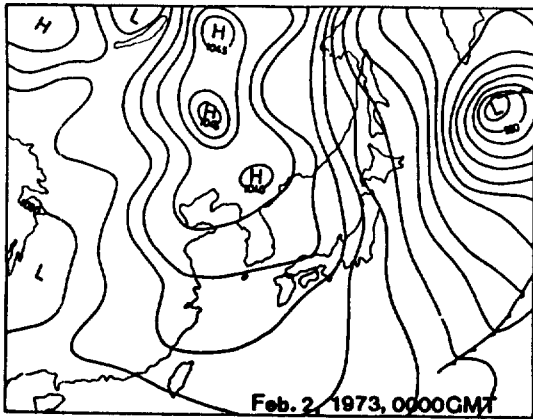


Fig. 7. An example of pattern Ic (Moon, 1982).

에 따라 2가지로 나뉘는데 남동방향으로 세력이 확장하는 경우를 I-a형, 동쪽방향으로 확장하는 경우를 I-b형으로 나누었다. I-a형은 Moon (1982)<sup>15)</sup>의 I-a형 (Fig. 6)과 같으며 강설분포는 전국적으로 적었고(0~3mm 이하) 서해 남부지방과 부산지방이 타 지방에 비해 다소 많은 강설분포를 보였다 (Fig. 8). I-b형은 Moon (1982)의 I-c형 (Fig. 7)과 유사한 형태이며 이때는 북동기류의 영향으로 동해안 지방 특히, 영동지방에 많은 강설이 있었다 (Fig. 9).

한랭전선 통과형은 그 중심이 우리 나라 북부 또는 만주지방을 통과하는 저기압으로부터 뻗어 나온 한랭전선이 우리 나라를 통과하는 경우로 강설빈도가 가장 작았으며, 평균 강설량도 0.8mm로 작았다. 강설분포의 예는 1980년 12월 3일의 것으로 서해안과 서해 내륙지방에 많은 강설을 나타내었으나 부산지방의 강설량은 0.0mm 정도이었다 (Fig. 10).

저기압 통과형은 다시 III-a, III-b, III-c형으로 나눌 수 있는데 III-a형은 발해만 부근에 있었던 소규모 저기압이 우리 나라를 남동방향으로 지나 가는 경우로 강설현상은 다소 미약하지만 강원도 산간 지방을 제외한 전국에 강설을 나타내었다 (Fig. 11). III-b형은 저기압이 서해 남부나 동지나 해상에서 대한해협을 지나 동해남부나 일본쪽으로 이동해 가는 경우로 조사된 각 case 중 부산지방에 가장 많은 강설을 기록한 Type이며 강설분포는 부산을 포함한 우리 나라의 남동부

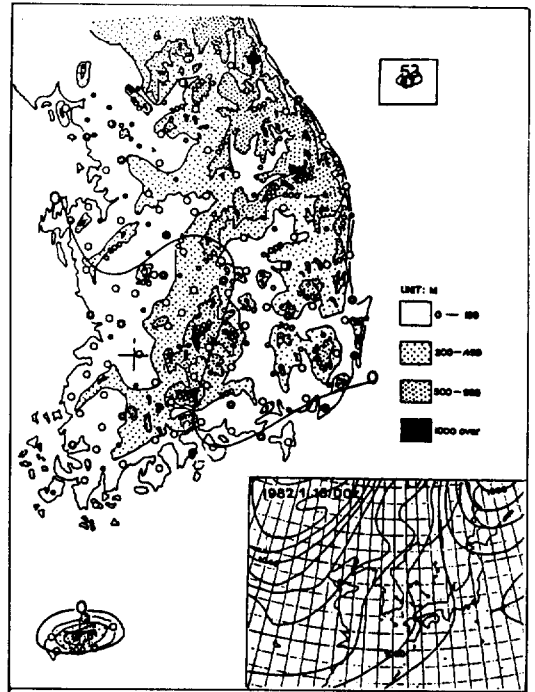


Fig. 8. Distribution of precipitation in case of Type I-a and surface weather map of 0000GMT, Jan. 15, 1982.

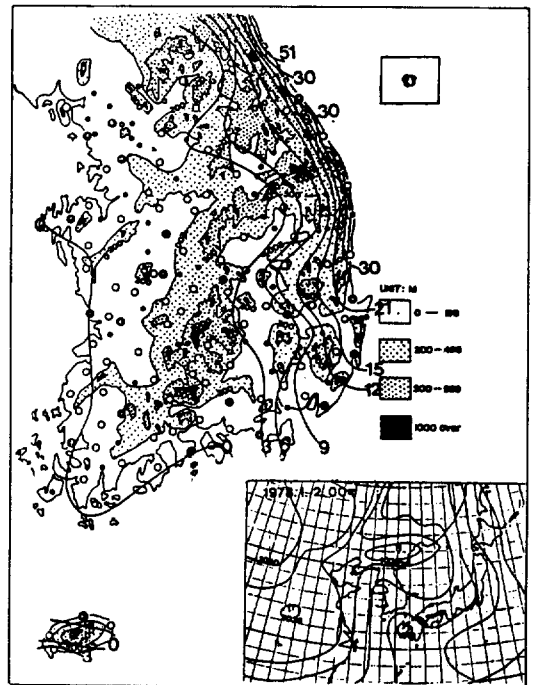


Fig. 9. Distribution of precipitation in case of Type I-b and surface weather map of 0000GMT Jan. 2, 1978.

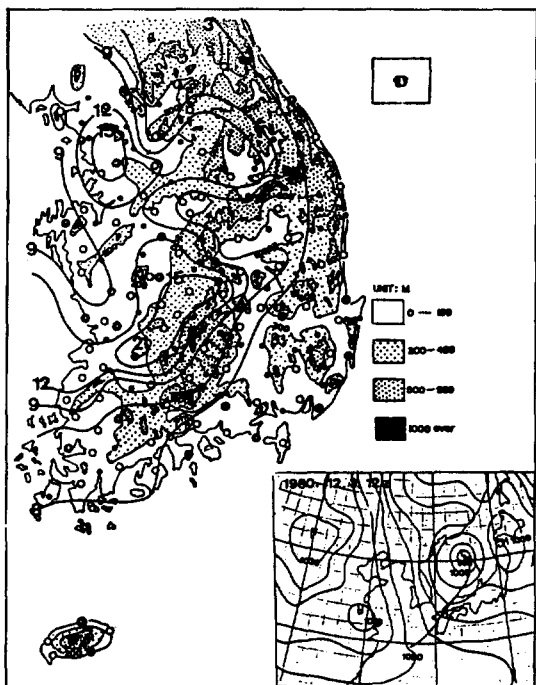


Fig. 10. Distribution of precipitation in case of Type II and surface weather map of 1200GMT, Dec.3, 1980.

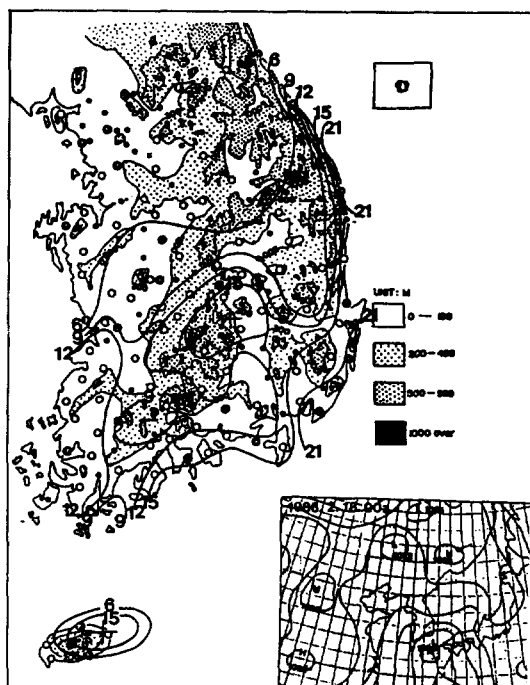


Fig. 12. Distribution of precipitation in case of Type III-b and surface weather map of 0000GMT, Feb.18, 1986.

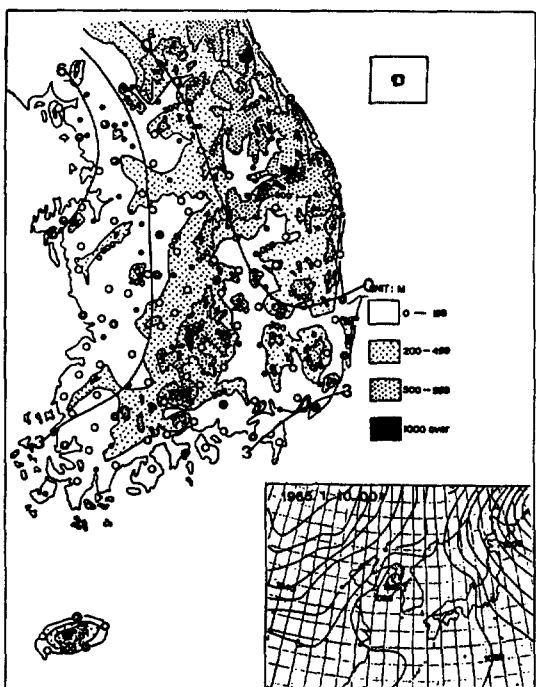


Fig. 11. Distribution of precipitation in case of Type III-a and surface weather map of 0000GMT, Jan.10, 1965.

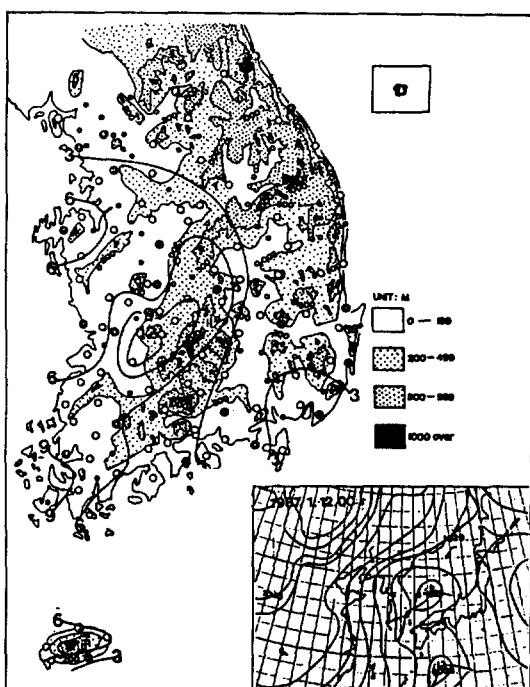


Fig. 13. Distribution of precipitation in case of Type III-c and surface weather map of 0000GMT, Jan.12, 1987.



지역이 주 강설 지역으로 나타났다(Fig. 12). 이는 Holgate (1973)의 지적과 같이 온난 다습한 기류가 남쪽으로 부터 유입되어 다른 Type 에 비해 부산지방에 많은 강설을 나타낸 것으로 사료되며 과거 30여년간 부산에 대설을 나타낸 경우의 대부분은 이 Type 에 의한 것으로 보인다.

Ⅲ-c 형은 부산의 강설형중 가장 많은 빈도를 보이는 것으로 저기압이 서해상에서 우리나라를 가로 질러 동해로 이동해 가는 Type 으로 서해남부와 호남일대에 강설을 나타내었다(Fig. 13).

각 기압배치형별 평균 강설량은 Table 3에서 알 수 있듯이 Ⅲ-b 형이 4.43 mm 로서 가장 많고 그 다음이 I-b 형의 2.36 mm 이다. 발생빈도는 많지만 가장 적은 강설량을 보인 기압배치형은 I-a 형이다.

## 5. 강설일의 종관적 기상특성

부산지방의 주 강설형인 Ⅲ-b 형중에서 강설량이 가장 많았던 1986년 2월 18일을 택하여 당일과 그 전후 시각의 기상요소에 대한 종관 상태의 변화를 살펴 보았다.

### 1) 지상 및 상층 일기도

강설전일인 1986년 2월 17일 1200 GMT 에는 동지나해상에서 발달한 저기압이 있고, 동해와 중국 내륙지방은 한랭 건조한 고기압세력이 자리 잡고 있었다(Fig. 14). 그러나, 강설 당일인 2월 18일은 저기압이 우리나라 남해에 위치하면서 우리나라 전역이 기압골의 영향을 받고 있으며 주위의 고기압세력들은 다소 동진하고 있다(Fig. 12의 아랫그림). 강설이 끝난 2월 18일 1200 GMT 에는 많은 강설을 동반했던 저기압이 일본 남해안으로 이동하면서 기압골이 동해 동부쪽으로 물러나고 대륙에 위치했던 한랭 건조한 고기압이 우리나라로 다가서고 있다(Fig. 15).

500 mb 상층선도에서도 강설전일인 2월 17일 1200 GMT 에서는 기압곡이 중국 대륙동안에 위

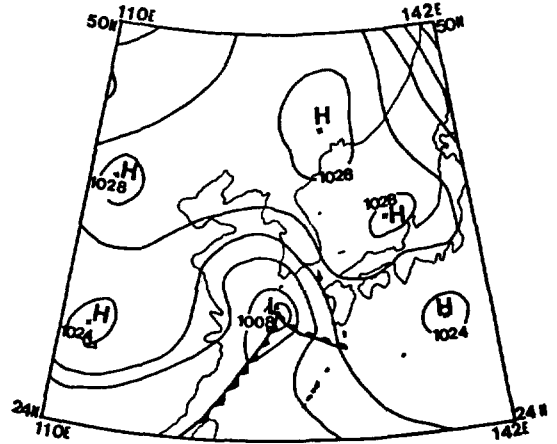


Fig. 14. Surface weather map of 1200GMT, Feb.17, 1986.

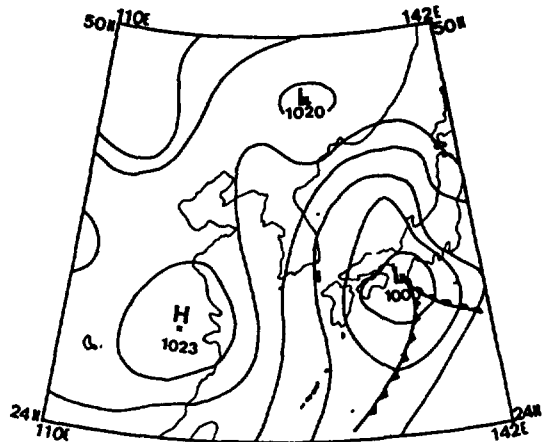


Fig. 15. Surface weather map of 1200GMT, Feb.18, 1986.

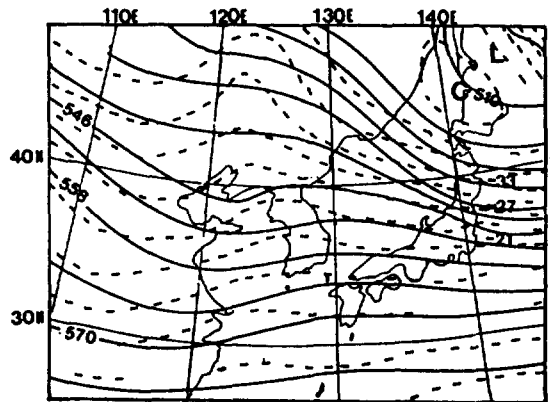


Fig. 16. 500mb weather map of 1200GMT, Feb.17, 1986.

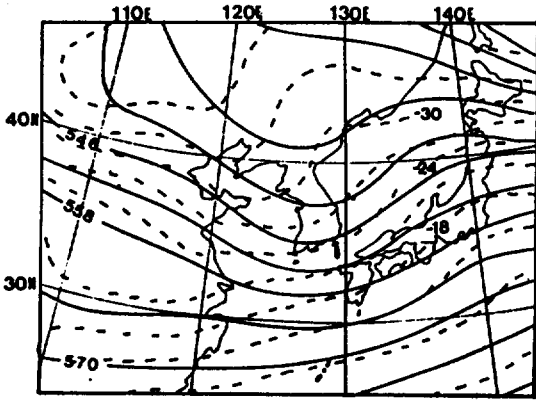


Fig. 17. 500mb weather map of 1200GMT, Feb.18, 1986.

치하고, 등온선의 능이 우리나라에 위치하므로써 남쪽으로 부터 온난 다습한 기류의 유입과 지상저기압의 발달을 예상할 수 있는 기압배치( Fig. 16)이며, 18일 1200 GMT 에는 기압곡은 더욱 깊어지면서 동쪽으로 이동하여, 우리나라 동해안과 동해에 그 축이 위치하고 등온선과 등고선의 위상도 거의 일치하여 강설을 동반한 기압계의 빠른 이동을 알 수 있다. 또한, 기압곡의 후면인 화북지방에는 기압능이 출현하고 있다( Fig. 17).

따라서 강설시인 18일 0000 GMT 부근에는 위의 두 시각 사이의 일기도를 갖출 것으로 사료되어 강설이 많을 조건이 구비되었음을 알 수 있다.

## 2) 바람과 기온의 연직구조

Fig. 18을 살펴보면 17일 1200 GMT 에서는 850 ~700 mb 층과 700~500 mb 층 모두에서 바람이 veering 을 하고 있는데 반하여, 18일 0000 GMT 에서는 850~700 mb 층에서만 veering 을 하고 700~500 mb 층에서는 바람이 backing 현상을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그러므로 18일 0000 GMT 의 850~700 mb 층에서는 온난이류가 있고, 700~500 mb 층에서는 한랭이류가 있기 때문에 12시간 전에 비하여 대기의 불안 정도가 증가하였음을 알 수 있다. 그리고 18일 1200 GMT 에서는 850~700 mb 에서 거의 중립이류이며 700~500 mb 층에서는 약한 한랭이류가 있음을 볼 수 있어 12시간 전에 비하여 대기의 불안 정도가 감

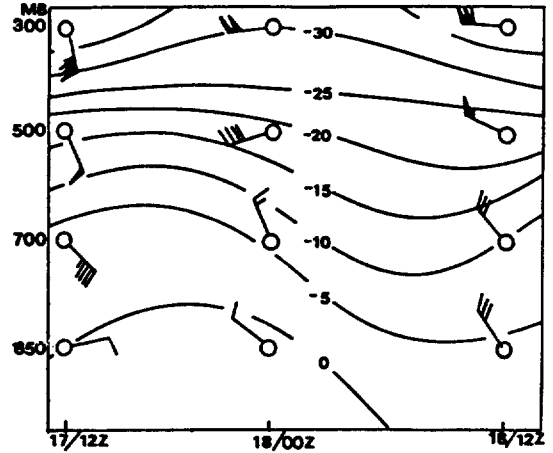


Fig. 18. Time-height cross-section of wind and temperature at Kwangju.

소하였음을 알 수 있었다.

따라서 강설 시간대에는 층별이류( differential advection )에 의한 대기불안정도가 증가하였고, 이것으로 대기의 연직운동이 생겨 강설현상을 보인 것으로 생각된다.

## 3) 혼합비

습윤기류의 유입을 알기위해 850 mb 면과 700 mb 면에서의 혼합비의 분포를 보면 강설 전날인 17일 1200 GMT 에는 동지나해상쪽에서 한반도 남부쪽으로 습설이 뻗혀 있으며 중국 내륙에는 혼

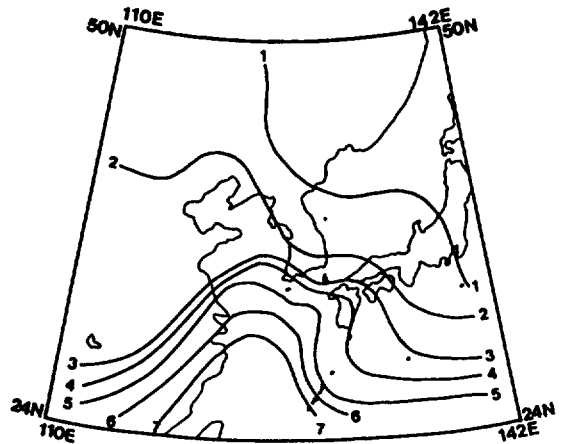


Fig. 19. Mixing ratio field on 850mb level at 1200GMT, Feb.17, 1986.

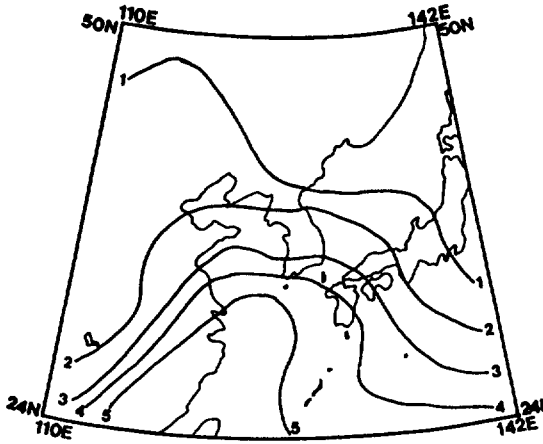


Fig. 20. Mixing ratio field on 700mb level at 1200GMT, Feb.17, 1986.

합비 선이 간격이 넓고 그 값이 낮아 지상일기도의 고·저기압의 위치와 잘 연관되어 있다(Figs. 19, 20). 강설 당일인 18일 0000 GMT에는 습설이 한반도를 향하고 있고 혼합비 선이 중부이남에 집중되어 많은 습기가 유입될 수 있는 상황이었다 ( Fig. 21). 같은 날 1200 GMT ( Fig. 22)에는 습설은 완전히 한반도를 벗어 났음을 알 수 있다. 700 mb 면에서의 혼합비 분포 양상은 850 mb 의 그것과 비슷하여 그림은 생략하였다. 결국 18일에는 습설이 한반도를 향해 발달해 있어 남서쪽에서

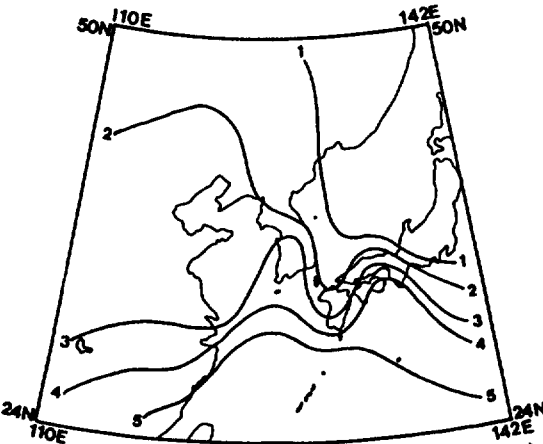


Fig. 21. Mixing ratio field on 850mb level at 0000GMT, Feb.18, 1986.

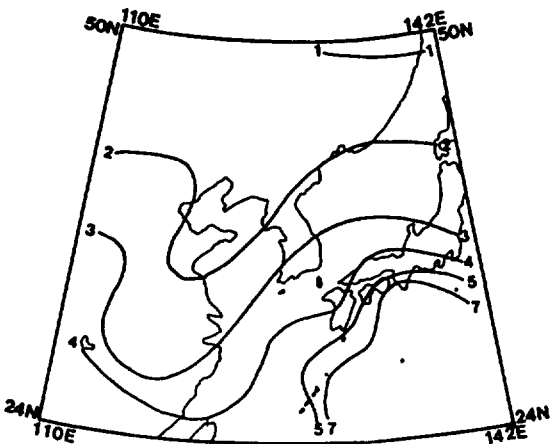


Fig. 22. Mixing ratio field on 850mb level at 1200GMT, Feb.18, 1986.

서 온난다습한 기류가 상당량 유입될 수 있었다.

#### 4) Potential instability

기층의 대류 가능성에 대한 지표로서 위치 불안정도가 이용된다. 위치 불안정도를 판정하기 위해서는 해당 기층의 습구온도곡선을 구하여 이 습구 온도감율이 포화 단열감율보다 큰 기층을 위치 불안정이라하고 그 반대의 경우를 위치안정이라한다. 그러므로 해당 기층의 하부가 상부보다 습윤하면 할수록 위치불안정도가 크게 된다. 그래서 이러한 기류가 강제상승 등의 원인에 의하여 상승운동을 하게 되면 응결현상이 활발하여 강수현상이 촉진된다고 할 수 있다.<sup>16)</sup>

또한 700 mb 면과 850 mb 면을 해당기층으로 잡을때 700 mb 면의 습구 온도감율과 850 mb 면의 습구 온도감율과의 차가 2°C이하가 될 때, 이 층은 위치불안정에 있다고 할 수 있다.

1986년 2월 17일 1200 GMT ( Fig. 23)에서는 불안정 영역이 동지나해와 우리나라 남해에 넓게 존재하고 있으며 18일 0000 GMT에는 우리나라 중부와 일본 큐우슈우 지역을 제외한 전 영역이 불안정 영역에 속했다( Fig. 24). 그러나 18일 1200 GMT ( Fig. 25)에는 동지나해 남부지역과 일본 열도 남서쪽을 제외한 전 영역이 안정층에 속하게 되었다.

16) Sawyer, J.S., 1956, "The physical and dynamical problems of orographic rain", *Weather*, 11, p.375 ~ 381.

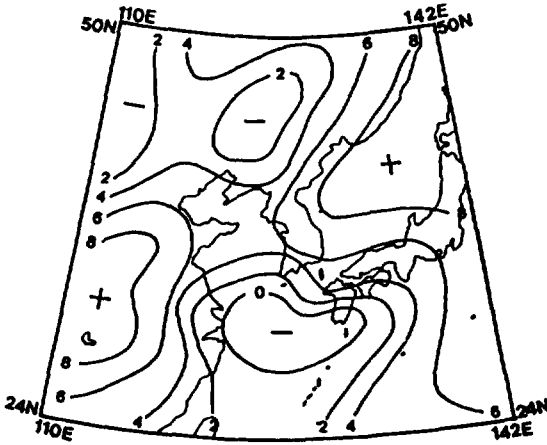


Fig. 23. Distribution of potential instability for the layer between 850mb and 700mb at 1200GMT, Feb.17, 1986.

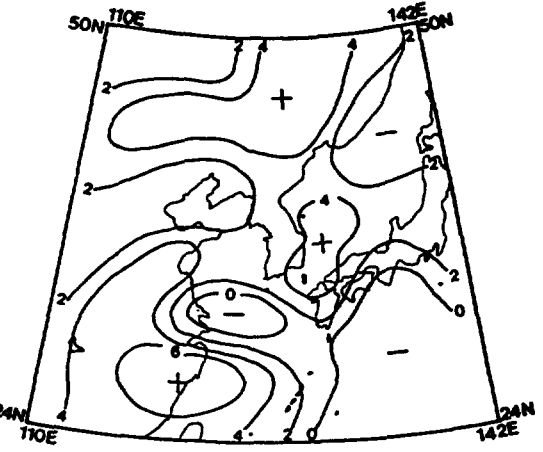


Fig. 25. Distribution of potential instability for the layer between 850mb and 700mb at 1200GMT, Feb.18, 1986.

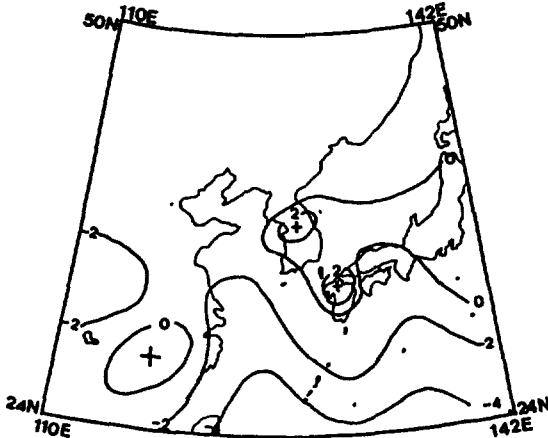


Fig. 24. Distribution of potential instability for the layer between 850mb and 700mb at 0000GMT, Feb.18, 1986.

## 6. 결 론

1956년부터 1987년까지의 32년간 부산지방의 동계 강설특성을 조사해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 연평균 강설빈도는 평균 4.8회 였으며, 강

설량의 계급별 빈도는 1.0 mm 이하의 강설량인 날이 75.3%로서 가장 많고, 1.1 mm 에서 5.0 mm 까지 15.6%, 5.1 mm 이상이 9.1%의 순이었다. 월별 강설빈도의 경우는 1월(42.9%), 2월(31.8%), 12월(24.0%), 3월(1.3%)의 순이었으며, 강설량으로는 2월(45.9%), 1월(36.5%), 12월(13.5%), 3월(4.1%)로 나타났다. 강설빈도와 강설량의 경년변화의 trend는 완만히 상승하는 경향을 보였다.

(2) 강설을 동반한 기압배치형은 Siberia 고기압형(I), 한랭전선형(II), 전선을 동반한 저기압형(III)의 3가지로 크게 나눌 수 있으며 강설빈도가 가장 많은 기압배치형은 III-c형이고 강설량이 가장 많은 것은 III-b형이었다. 한편 I-a형은 강설빈도는 많은 편이지만 강설량은 아주 적었다.

(3) 강설량이 가장 많았던 1986년 2월 18일의 강설 시각의 대기의 성층은 differential advection에 의해 불안정도가 증가하였고 습설은 서해남부에서 한반도로 향하여 온난다습한 기류의 유입이 있었고 특히, 부산을 포함한 남부지방에 potential instability 영역이 분포하고 있으므로서 부산지방에 많은 강설을 기록한 것으로 보인다.

# A Synoptic Climatological Study on the Characteristics of Snowfall at Pusan, Korea

Jae-Shang Jo \*  
Jong-Kil Park \*\*  
Sung-Eui Moon \*\*\*

## Summary

This paper aims to describe the characteristics of snowfall at Pusan region in Korea from the synoptic climatological point of view. For this study, it was investigated secular variation of snowy day and snowfall, the monthly occurrence frequency of snowy day, and pressure patterns governing snowfall at Pusan region. Especially, in the case study of heavy snow day, Feb. 18, 1986, investigated mixing ratio differential advection, and potential instability.

The results were summarized as follows:

1) The secular variation (1956-1987) of snowy days and snowfall showed increasing

trend. And annual mean occurrence frequency of snowy day is about 4.8 days.

2) The pressure patterns governing snowfall at Pusan region were classified broadly into three types (Type I, II, III) and pressure pattern which had the most occurrence frequency of snowfall was Type III-c, which the most snowfall was Type III-b. Meanwhile, Type III-a had a little snowfall but a lot of occurrence frequency of snowfall.

3) In the case study of heavy snowy day, the stratification of atmosphere was very unstable due to the differential advection and the snowfall area coincided with that of middle-level potential instability.

---

\* Teacher, Dongrae High School

\*\* Assistant, Dept. of Earth Science, Pusan National University

\*\*\* Professor, Dept. of Atmospheric Sciences, Pusan National University