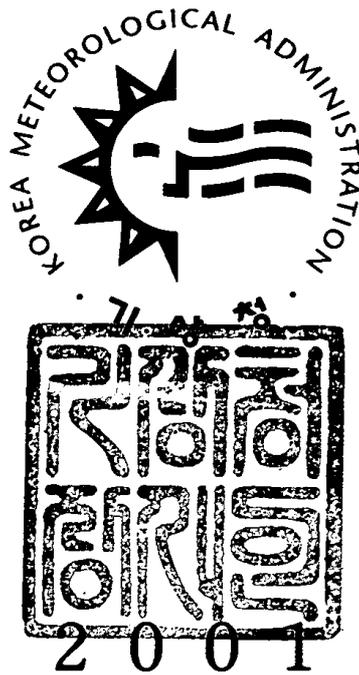


발간등록번호

11-1360000-000017-10

# 낙뢰연보

ANNUAL LIGHTNING REPORT



기 상 청  
KOREA METEOROLOGICAL ADMINISTRATION

# 차 례

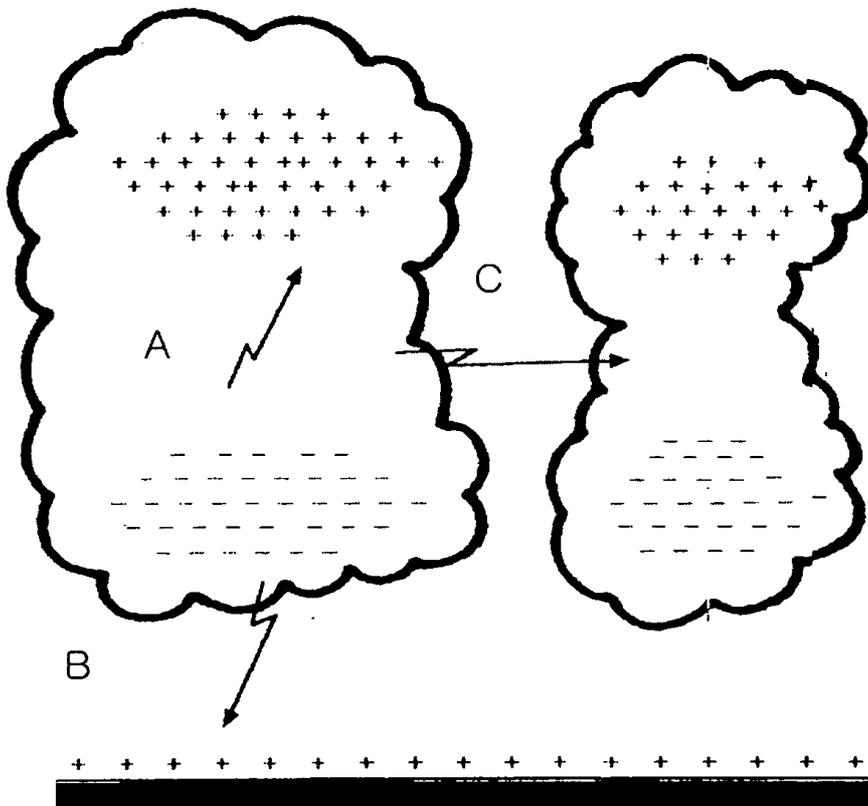
I. 總 論 .....	1
1. 번개와 천둥 그리고 落雷 .....	1
2. 落雷研究의 歷史 .....	2
3. 雷雲속의 電荷分布理論 .....	3
4. 落雷觀測 原理 및 觀測시스템의 種類 .....	6
5. 先進國의 落雷觀測 現況 .....	8
6. 우리나라의 落雷觀測 現況 .....	8
가. 氣象廳의 落雷觀測 現況 .....	8
나. 韓國電力의 落雷觀測 現況 .....	12
7. 先進國의 落雷研究動向 .....	12
8. 落雷用語解説 .....	14
9. 大氣電氣學의 發展方向 .....	15
10. 落雷에 대한 安全對策 .....	21
11. 新落雷 觀測 시스템의 概要 .....	23
II. 分 析 .....	30
1. 落雷分析 方法 .....	30
2. 落雷發生現況 分析 .....	33
가. 月別 落雷發生回數 및 日數分布 .....	33
나. 季節別 落雷發生回數 및 日數分布 .....	37
다. 年間(2001年 1~12月)落雷發生回數 및 日數分布 .....	39
3. 落雷發生頻度 分析 .....	71
가. 月別, 時間別 落雷發生頻度 .....	71
나. 季節別 落雷發生回數 및 日數分布 .....	90
다. 年間 時間別 落雷發生頻度 .....	94

4. 落雷의 極性率 分析 .....	115
가. 月別 極性率 .....	115
나. 季節別 極性率 .....	116
다. 年間 極性率 .....	124
5. 落雷強度 分析 .....	124
가. 月別 平均 落雷強度 .....	124
나. 季節別 平均 落雷強度 .....	125
다. 年間 平均 落雷強度 .....	126
<b>III. 附錄 .....</b>	<b>132</b>
<b>A. 落雷資料 統計 .....</b>	<b>132</b>
<b>B. 過去 6個年間 平均 落雷資料와 2001年度資料 .....</b>	<b>156</b>
가. 落雷發生回數 및 頻度 .....	156
1) 年間 時間에 따른 落雷發生回數 .....	156
2) 月別 落雷發生回數 .....	156
3) 月別 落雷發生回數 .....	156
4) 年間 落雷發生回數 分布圖 .....	157
5) 年間 落雷發生回數 .....	157
6) 年間 落雷發生回數 分布圖 .....	157
7) 季節別 落雷日數 分布圖 .....	158
8) 季節別 落雷日數 및 年間 落雷日數 分布圖 .....	158
나. 落雷 極性率 및 強度 .....	159
1) 季節別 極性率 및 年間 極性率 .....	159
2) 季節別 落雷強度 및 年間 平均 落雷強度 .....	160

# I. 總 論

## 1. 번개와 천둥 그리고 낙뢰

1752년 미국의 전기학자이며 정치가인 벤자민 프랭클린은 연의 실험에 의해서 번개는 전기현상이라고 밝혔으나, 雷放電에 관한 본격적인 해명은 1928년 Boys Camera에 의하여 번개가 사진으로 촬영이 가능하게 되면서 부터이다. 이때부터 진보된 관측기술에 의하여 낙뢰에 관한 상당부분이 밝혀졌지만, 아직도 많은 부분은 알지 못하고 있는 상태이다. 뇌우가 있는 동안에 번개는 구름속이나 구름과 구름사이 또는 구름과 대지사이에서 발생한다(그림1). 이때 구름과 대지사이에서 발생하는 불꽃방전을 낙뢰라고 말한다.



A: 구름 속 방전 B: 대지 방전 (낙뢰) C: 구름간 방전

그림1. 방전형태에 따른 번개의 분류

번개를 발생시키는 雷雲은 주로 적란운이며, 이 적란운은 상층과 하층의 대기가 불안정할 때 발생한다. 한편 천둥과 번개를 동반한 폭풍우를 뇌우라고 하며 일반적으로 천둥은 번개에 의해서 만들어지기 때문에 두 개의 현상은 함께 발생한다.

번개는 적란운이 발달하면서 구름내부에 분리 축적된 음(-)전하와 양(+)전하 사이에서 발생하는 불꽃방전이다. 관측에 따르면 구름의 상부에는 양의 전하가, 하부에는 음의 전하가 축적되면서, 지면에는 양의 전하가 유도된다. 대기는 전도체가 아니기 때문에 뇌운과 지면사이의 방전은 양쪽전하 중심사이의 전위 차가 수백만~수억 볼트에 이르게 되어야 비로소 방전현상이 발생한다. 이때 번개의 방전은 수 cm의 직경을 갖는 공기의 채널을 경로로 하여 일어나며, 이 좁은 경로 속을 지나가는 번개는 주변의 공기를 가열하여 순식간에 20,000~30,000℃도까지 기온을 상승시킨다. 이렇게 갑자기 공기가 가열되면 공기는 폭발적으로 팽창하고 그 충격으로 인해 폭발음이 발생한다. 이것을 「천둥」 또는 「뇌성」이라고 한다. 낙뢰 현상은 이 방전로가 지면과 접촉하는 현상을 가리킨다.

## 2. 落雷研究의 歷史

역사적으로 雷에 관한 피해기록은 전 세계를 걸쳐 광범위하게 존재하고 있으나 체계적이고 과학적인 방법을 이용한 연구기록은 18세기부터 보고되고 있다. 18세기 후반 미국의 프랭클린이 연을 이용해 雷放電(lightning-discharge)이 전기적 현상이라는 사실을 실험적으로 증명한 것이 대표적인 예이다. 雷가 뇌운 속의 전기현상으로 존재한다는 것이 과학적으로 증명된 이래 거의 2세기 반이 경과한 현재에 이르기까지 많은 과학자들이 雷雲속에 있어서의 전하분리기구, 雷雲속의 전하분포, 雷放電의 물리 등 「雷」와 관계된 다양한 주제를 연구대상으로 활발한 연구가 진행되어 왔으며, 이러한 연구의 결과로 자연의 신비로 생각되었던 낙뢰에 대한 과학적인 이해가 시작되었다. 또한 전자기학 기술의 비약적인 발달로 최근 10~20년 사이에 다양한 낙뢰 측정장치가 개발되어, 이들로부터 얻어진 자료를 이용한 연구결과는 팔목할만한 성과를 거두고 있다. 거기에 落雷제어의 꿈을 실현시키기 위한 연구도 활발하여, 1966년 미국의 뉴만이 플로리다 만에서 로케트를 쏘아 올려 인공적인 낙뢰유도에 성공한 것을 계기로 프랑스, 독일에 이어 1977년

에는 일본이 4번째로 낙뢰유도에 성공한 이후 현재까지 120여 회의 성공을 거두고 있으며, 최근에는 레이저(Laser)광선을 이용하여 낙뢰를 유도하는 실험이 일본의 연구 그룹에서 시도되고 있다.

### 3. 뇌운 속의 전하분포 이론

금세기에 뇌운의 전하분포와 전하분리 기구에 관한 문제에 대해서는 대기 전기학의 중요한 과제로서 활발한 연구가 진행되어 오고 있다. 이 연구에서는 Wilson과 Simpson의 논쟁이 유명하다.

Simpson은 낙뢰의 전광이 거의 모두가 하향으로 분기하는 것을 관측하고 실내의 방전 실험에서 정전극에서 발진하는 방전 쪽의 분기가 많은 곳으로부터 뇌운 하부는 정(+)으로 대전되고 상부는 부(-)로 대전되어 있다고 생각했다. Simpson은 전하분리 기구로서 수직 분열설을 들고 나와 위의 뇌운의 대전설을 설명했다. 큰 입자의 수직은 낙하 중에 분열되고 분열로 생긴 작은 수직은 정으로 대전되고 대기 중에서는 여기에 대응하는 수만큼의 부(-)이온이 발생한다는 것이 실험적으로 인정되어있다. Simpson은 분열해서 생긴 작은 수직은 뇌운의 상승기류로 지탱되어서 뇌운의 하부에서 정(+)전하 영역을 형성하고 부 이온은 상승기류에 의하여 쌍방으로 운반되어 뇌운 상부의 구름입자에 부착해서 상부 부(-)전하영역을 생성한다고 생각했다. 이것에 대해서 Wilson은 많은 지점에서 뇌운에 대한 지표 전계와 뇌방전시 발생하는 전계변화를 기록하고, 그 결과를 토대로 해서 뇌운의 상부는 정, 하부는 부로 대전되어 있다고 결론짓고 있다. 이 전하 분포를 설명하는 전하분리 기구로서는 구름 속을 낙하하는 빙립 우적이 부(-)이온만을 선택, 흡수한다고 하는 Wilson의 분열설을 제창했다. 뇌운의 전하분포에 관해 양자는 정반대의 생각을 주장했으므로, 당시 국제적인 학회에서 큰 문제가 되었다. Simpson은 영국의 기상대장자리에 있고, Wilson은 노벨상 수상자의 물리학자로서 두 사람 모두 이 분야의 지도적 연구자이므로 세계적 대기전기학의 연구자가 2파로 나누어져 논의를 교환하는 듯 하였다. 1928년 9월 글래스고우 대학에서 영국 왕립학술협회가 열렸을 때 Simpson과 Wilson의 입회강연회가 있었다. 강연회에는 외국의 학자도 다수 참가해서 회의장은 대 성황을 이루었다. 눈(雪)의 연구로 유명한 일본의 中谷宇吉郎 박사도 이 회의에 참가해서 그때의 분위기를 다음과 같이 기술하고 있다(눈의 이야기, 1942년). 개회의 시작 10시

가 되니까 Wilson이 문을 열고 들어와서 좌석에 앉았다. 그러나 Simpson의 얼굴은 좀처럼 보이지 않았다. 청중이 어떻게 되었나하면서 기다리고 있는데 이윽고 Simpson은 서류, 설명도, 사진 등을 가득 채운 가방을 끼고 들어왔다. 그리고 바로 연단에 올라가 40분 정도 걸려서 자기의 설을 자세하게 설명했다. 그 논지는 명확해서 모든 방면에 걸쳐서 여러 가지의 벼락 현상을 하나 하나 훌륭하게 설명했다. 이것을 듣는 사람은 뇌에 관한 모든 현상을 이번의 설명으로 완전히 이해하는 듯한 분위기였다. 바로 이어서 Wilson이 같은 연단에 올라갔다. Wilson은 상당히 검소한 사람으로서 목소리도 작고, 설명하기 위해서 칠판에 글씨를 쓰는 모습도 놀라울 정도로 서툴렀다. 거의 무엇을 말하고 있는 것인가 알 수 없을 정도로 그 강연은 신통치 않았다. 그러나 그가 말하는 모든 것은 모두 자기가 직접 실제로 조사한 결과이고 그만큼 확신을 갖고 이야기하므로 대단히 강한 힘이 실려 있는 듯한 느낌이 들었다. 그리고 그는 마지막으로 “나의 실측한 결과로 본다면 Simpson의 설은 여러 가지 설의 현상설명이 가능하지만 가장 중요한 뇌운의 전하분포가 실제와는 다르기 때문에 진정한 설명이라고는 생각하지 않는다” 라고 말하고 단상을 내려갔다.

이 두 사람의 뒤를 이어 계속하여 벼락의 연구가 많이 발표되었다. Wilson과의 Schonland, Watsonwatt 등 당시의 젊은 연구자가 아프리카에서 관측한 결과는 Wilson의 설을 지지하는 것이었다. 그것만이 아니고 다른 젊은 연구자의 대부분이 연구결과를 근거로 해서 Wilson의 설을 지지했다. 이 강연을 들으면서 나에게 크나큰 변화가 왔다. 뇌에 관한 연구가 이렇게 활발하게 행해지고 있다는 사실에 감탄했으며, 거기에 더해서 나는 그 당시 영국학회의 풍조에 감탄했던 것이다. Simpson은 기상대장이라고 하는 높은 지위에 있고 기상학계의 분야에서는 권세가 대단했는데도 불구하고 기상학회의 회의장안에서는 벼락이라고 하는 자연현상에 대해서 사실을 알리려는 순수한 마음이 짐만이 모든 강연자 사이에서 불타고 있었다는 것이다. 높은 지위에 있던 Simpson도 진정한 학자였기 때문에 자기의 설에 반대하는 의견에 대해서도 대단히 진지하게 귀를 기울이고 있었다. 그러나 오랫동안 열심히 연구해서 이끌어낸 설, 자기로는 틀림없다고 믿고 있는 설이 계속해서 반박 당하는 소리를 듣고 있던 그도 얼굴색이 점점 파랗게 질려 가는 듯이 보였다. 이렇게 해서 모든 연설이 끝났을 때 그는 최후로 일어서서 나는 오늘 대단히 흥분되어 있었기 때문에 여러분의 이야기는 잘 들었지만 그것에 대해서 반박하

는 것은 보류해두고 싶다. 앞으로 준비된 논문으로 답변해 드리겠습니다 라는 말로 맺었다.

이상과 같이 中谷박사는 글래스고우 대회에 있어서 Simpson과 Wilson의 강연회 장면을 실감나게 상세하게 기술하고 있다. Simpson은 글래스고우 대회 후 다음과 같이 생각했다. 뇌운의 전하분포를 조사하는 방법은 지표에서 전계 측정만으로 추정하는 것은 불충분하다. 이러한 불확정성을 동반하지 않는 결과를 얻기 위해서는 기구를 띄워서 구름 속의 전계를 직접 측정하지 않으면 안 된다. Simpson은 탑재된 기구에 자기기록이 가능한 전계 기구를 개발했다. 이 장치를 고도 측정용의 기압계와 함께 기구에 붙여서 뇌운 속을 비양 시켜 고도 8km에 도달하면 측정기구를 자동적으로 분리되게 하여 낙하산으로 안전하게 지표에 떨어지도록 했다. 측기의 개발에 5년, 관측 자료의 분석에 4년을 소비해서 글래스고우 대회 이후 10년째에 Simpson은 드디어 대회에서 약속한 논문을 발표했다(Simpson and Scrase, 1937).

Simpson은 하나의 뇌운 속에 몇 개의 다른 경로에 기구를 비양 시키는 관측을 하여 뇌운의 전하분포는 위에서 정(+), 부(-), 정(+),의 3극 구조를 갖는 것을 알아냈다. 하부의 정전하는 운저에 가까운 작은 영역에 분포하고 그 양은 상부의 정전하나 하부의 부전하량의 약 1/4정도이다. 그는 이것을 포켓 정전하(Pocket Positive charge)라 명명하였다. 그림2는 Simpson and Scrase(1937)가 10년에 걸친 연구에 근거해서 도출해낸 뇌운의 모델 도를 나

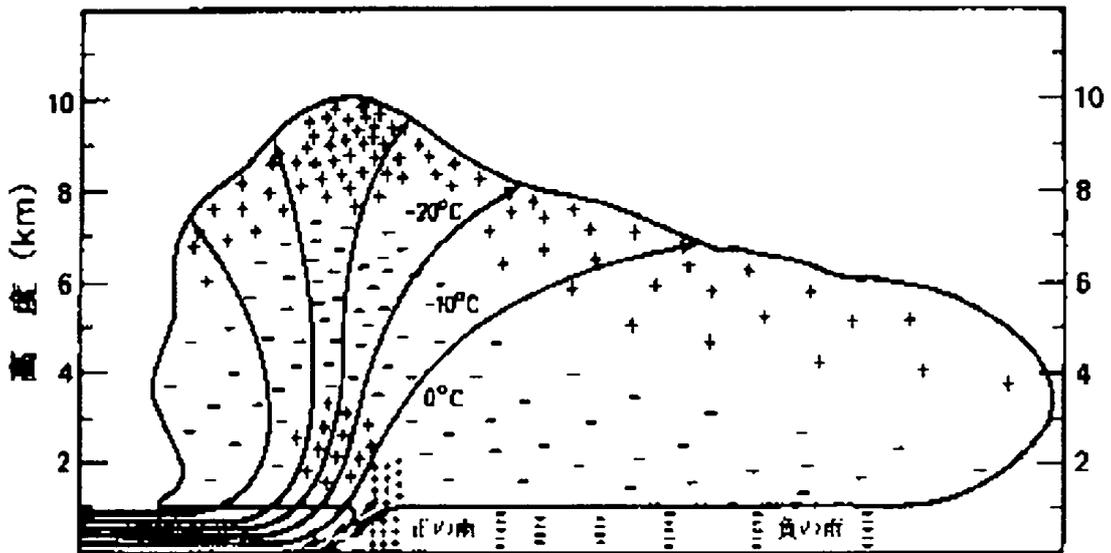


그림2. 뇌운의 전하분포와 기류를 나타내는 Simpson의 모델도  
(Simpson and Scrase, 1937)

타낸다(그림2). 이 모델에서 Simpson은 글래스고우 대회에서 문제가 되었던 뇌운 전하분포의 모순을 해결하였을 뿐만이 아니고 그 연직구조 기류분포를 분명하게 하고 뇌운의 연구를 크게 발전 시켰으며, 그의 팔목할만한 성과는 雷雲속 전하의 3극 구조의 분포를 발견한 것이다. 이러한 성과가 있었음에도 불구하고 Simpson은 가끔 뇌운 속의 포켓 정(+)전하를 무시하고 뇌운의 상부에 정전하, 하부에 부전하의 2극 구조로 취급하는 논문을 많이 발표하기도 하였다. 최근에 Williams(1989)는 많은 광범위한 관측에서 뇌운은 성숙기에 반드시 3극 구조를 갖는다고 보고하고 있다. 최근에는 운정 고도가 낮은 (6km 이하)겨울철의 뇌운도 기간은 매우 짧지만(10분 이하) 3극 구조를 갖는다는 것이 보고되고 있다(Michimoto, 1993).

#### 4. 낙뢰관측의 원리 및 관측시스템

구름속의 정(+)전하와 부(-)전하 사이에서 발생하는 방전을 구름방전이라고 하며, 구름속의 전하가 대지로 방전하는 것이 낙뢰이다. 구름방전이나 낙뢰를 발생시키는 뇌운의 길이의 스케일은 2~20km이고, 중화되는 전하량은 1~1000C 이다. 이는 스케일이 클 뿐만 아니라 중화되는 전하가 뇌운 이라고 하는 거대한 체적 중에 공간 전하로 분포하고 있으므로 방전 기구는 대단히 복잡하다. 방전기구의 연구는 전광의 카메라 기록에서 시작되었다. Walter는 셔터를 오픈 시킨 카메라를 낙뢰의 방향으로 향하여 연직축 주위로 회전시키면서 전광을 촬영하여 방전의 시간 경과를 조사한 결과 하나의 낙뢰 속에는 전광이 같은 경로를 통해서 수회 반복되어 다중방전이 발생되는 일이 많음을 알았다. Schonland(1938)는 시간 분해능이 높은 회전카메라를 사용해서 다중낙뢰의 기구를 상세하게 설명했다. 여기에 이어서 뇌방전에 의한 전자계변화의 기록 기술이 발전해서 전광의 시간 분해 촬영과 전자계변화의 동시기록을 할 수 있게 되어, 방전기구를 해명하는데 크게 기여하고 있다.

낙뢰관측을 위해서 최근에는 수 10km 간격으로 여러 지점에 센서를 설치하여 낙뢰의 위치를 측정하는 시스템이 개발되었다. 시스템의 종류에는 여러 지점에서 동시에 방위를 측정하여 낙뢰점의 위치를 표정하는 시스템(LLP)과 여러 지점에서 관측된 전자파의 도달시간차를 측정하여 방전의 위치를 표정하는 시스템(LPATS)이 있으며, 또한 위상차를 측정하여 방전로의 공간 분포를 표정 하는 시스템(SAFIR)등이 실용화되고 있다. 이들의 시스템을 이용

하여 관측된 자료는 뇌방전 연구 및 악기상 감시에 유용하게 활용하고 있다.

#### 4.1 낙뢰 관측 시스템의 종류

낙뢰표정관측 시스템은 전 세계적으로 방향탐지방법을 이용한 LLP(Lightning Location and Protection) 시스템과 도달시간차방법을 이용한 LPATS(Lightning Positioning and Tracking System)시스템 그리고 간접계 방식을 이용한 SAFIR(System de Surveillance et d'Alerte Foudre par Interferometrie) 시스템이 있으며, 도달시간차방법과 방향탐지방법을 혼합한 IMPACT방법도 최근 상품화되고 있다. 상기에서 기술한 관측장비는 낙뢰를 관측하는 시스템이나, SAFIR시스템은 낙뢰뿐만이 아니라 구름방전도 관측이 가능한 시스템으로서 기존의 관측 장비보다 그 기능이 향상된 장비이다.

- 1) LLP(Lightning Location and Protection)는 미국 Uman, Krider 등이 고안한 것으로 DF(Direction Finding)방식을 이용하는데, 직교 LOOP안테나와 전계 안테나에 의해서 방위를 탐지함과 동시에 전자계파형을 해석해서 낙뢰를 추출하고 극성 및 전류의 세기를 측정한다. 낙뢰의 위치를 결정하기 위해서는 최소한 2개 이상의 안테나가 필요하게되는 LLP는 1980년대 중반에 상품화되어 전력회사를 중심으로 세계적으로 널리 사용되고 있다.
- 2) LPATS는 복수 관측점에 전자파가 도달한 시각차를 해석해서 낙뢰위치를 결정하므로 정밀도가 높고 GPS기술을 채용하고 있기 때문에 정확도 높은 낙뢰의 위치를 표정 할 수 있게 되었다. LPATS는 LLP system보다 뒤늦게 LLP의 단점을 보완하기 위하여 개발되었다.
- 3) SAFIR는 1990년 초반에 프랑스의 ONER(국립우주공학 연구소)그룹에 의해 고안된 것으로 간접계 방식으로 방전의 위치를 표정하는 방법으로서 구름방전을 포함하는 전체방전현상을 측정할 수 있는 시스템으로서 일본 기상청 등 세계 여러 나라에서 관측 운영 중에 있다.
- 4) IMPACT는 1993년에 기존의 DF방식에 시각도달차(TOA : Time of Arrival)방식을 추가하여 제작된 방식으로 미국 및 캐나다에서 사용되고 있다.

현재 낙뢰관측 시스템은 LLP와 LPATS를 미국 GAI사가 1993년에 흡수 통합하여 기존의 DF방식과 TOA방식을 혼합한 IMPACT시스템을 개발하여 상품화하고 있다.

## 5. 先進國의 落雷觀測現況

- 1) 미국의 낙뢰 관측망은 처음에는 뇌방전의 자계(磁界)를 측정하는 방향탐지(DF: Direction Finder)방식으로 구축되었으나, 1993년에 기존의 DF방식에 시각도달차(TOA : Time of Arrival)방식을 추가하여 제작된 IMPACT방식을 부분적으로 채택하여 재 구축되어, 오늘날에는 시각도달차 방법을 이용하는 LPATS센서 70여 개와 TOA방식과 DF방식을 합성하여 낙뢰 위치를 결정하는 IMPACT센서 약 50개로 네트워크를 구성하여 미국전역에서 발생하는 낙뢰 현상을 감시하고 있다. 낙뢰 관측 시스템은 GAI사에서 운영하고 있으며, 관측 자료는 미국기상청 및 전력회사 등에 유료로 제공하고 있다.
- 2) 일본에서는 1980년대부터 전력회사 등에서 LLP와 LTATS시스템을 도입 설치하여 운영 중에 있으며, 1990년대 후반부터 일본기상청 및 기상협회, 관서전력 등에서 SAFIR시스템을 도입하여 설치 운영 중에 있다.
- 3) 프랑스와 스웨덴 기상청에서는 1980년대 후반부터 낙뢰관측 시스템을 설치하여 운영 중에 있고, 캐나다, 뉴질랜드, 스페인 기상청에서는 1990년대 후반부터 낙뢰관측 시스템을 도입설치 하여 운영 중에 있다.

## 6. 우리나라의 落雷觀測現況

### 가. 기상청의 낙뢰관측 현황

기상청은 기상장비 현대화 사업의 일환으로 1987년 10월에 해외경제협력기금(OECF)으로 낙뢰위치 표정장치(LLP)를 도입 설치하여 1년여의 시험관측을 거쳐 1988년 8월부터 정규관측을 실시해 오고 있다. 장비 도입시(1987년)에는 낙뢰탐지 수감부를 6개소(김포, 속초, 추풍령, 광주, 울산, 제주)에 설치하여 낙뢰 관측망을 구성하였으나, 1991년에 한국 전기연구소가 기상청과 공동으로 낙뢰에 대한 방재 관련 연구사업을 수행하기 위하여 수감부 4대(산청, 철원, 울진, 보령)를 추가로 설치함으로써 낙뢰 관측망을 이루는 수감부는 10대로 늘어났다(그림 3). 기상청에서 운영하는 낙뢰 관측 시스템은 낙뢰 현상을 관측하는 안테나와 자료를 처리하는 분석기 그리고 처리된 자료를 출력시키는 출력장치로 구성되어 있다(그림 4). 탐측범위는 우리나라 부근 해상과 북한, 중국, 일본의 일부 지역에 이른다(그림 5). 본 장비의 제작회사와 주요 재원은 다음과 같다.

가. 제작사

미국의 Lightning Location and Protection, Inc.

나. 장비구성

- 수감부: ALDF(Advanced Lightning Direction Finder) MODEL 141
- 분석기: APA(Advanced Position Analyzer) MODEL 280
- 표출기: ADS(Advanced Display System)  
NDS(Network Display System)

다. 주요특성

- 유효 탐지거리: 400km
- 탐지능력: 최대 탐지거리 내에서 대지방전의 90% 이상 관측
- 위치결정: 방향 탐지법(Magnetic direction finding)
- 분석요소: 발생시각, 위치, 강도, 극성
- 허용오차: 400km 범위 내에서 4km 이내

라. 활용분야

- 기상분야
  - 기상예보업무 및 뇌재해 위험지역 경고
  - 홍수예보 및 수력발전시설의 관리
  - 수로 및 댐 관리
  - 민간의 안전확보 및 도시활동의 관리
- 전력 Network 분야
  - 발전소의 방재
  - 정전 방지 및 공급전력의 품질향상
- 항공 및 방송업계
  - 비행안전 및 항공관리, 전자기기 보호
  - 통신기기의 보호 및 통신품질의 향상
  - 전력NET WORK의 최적관리
- 연구개발분야
  - 대기전기학의 연구

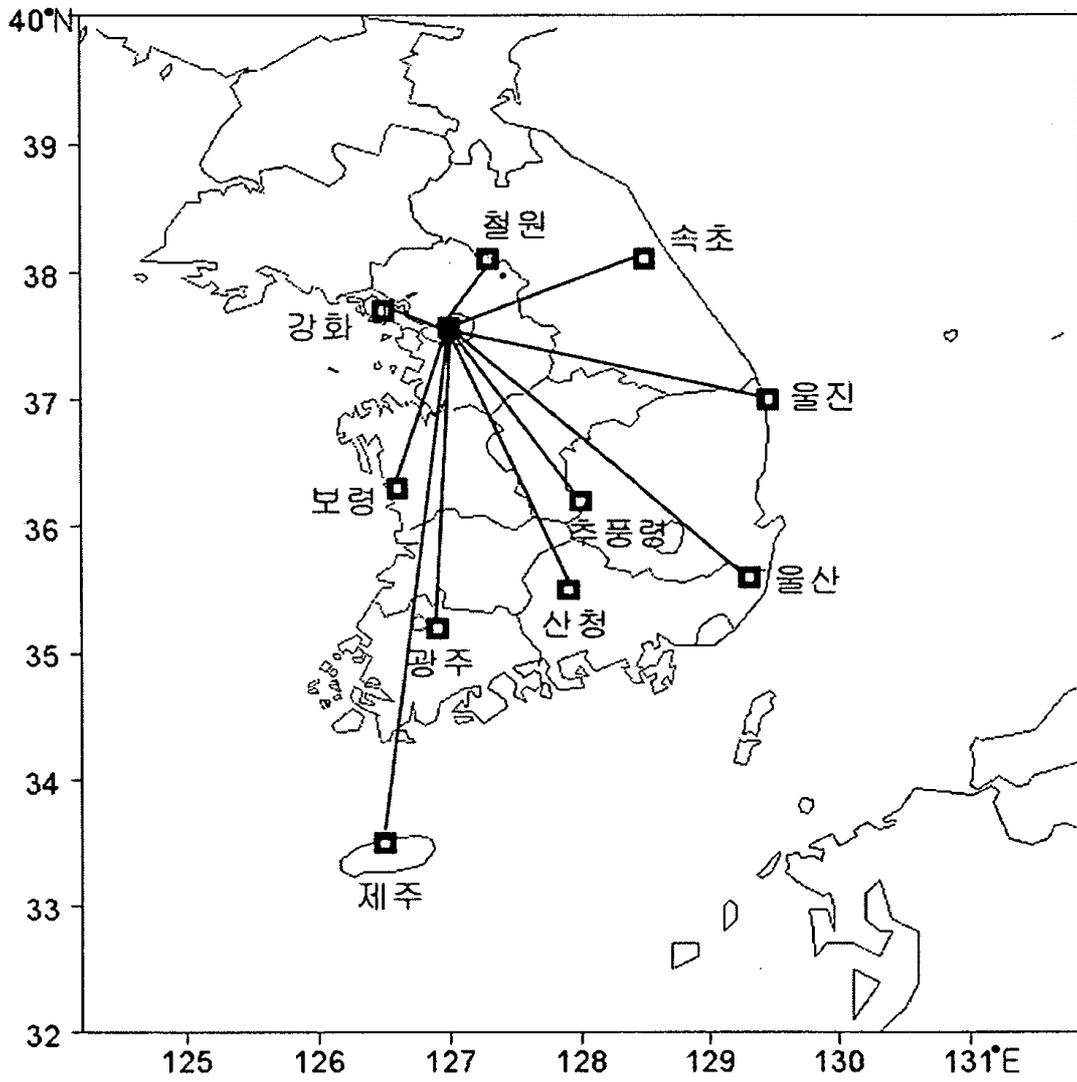
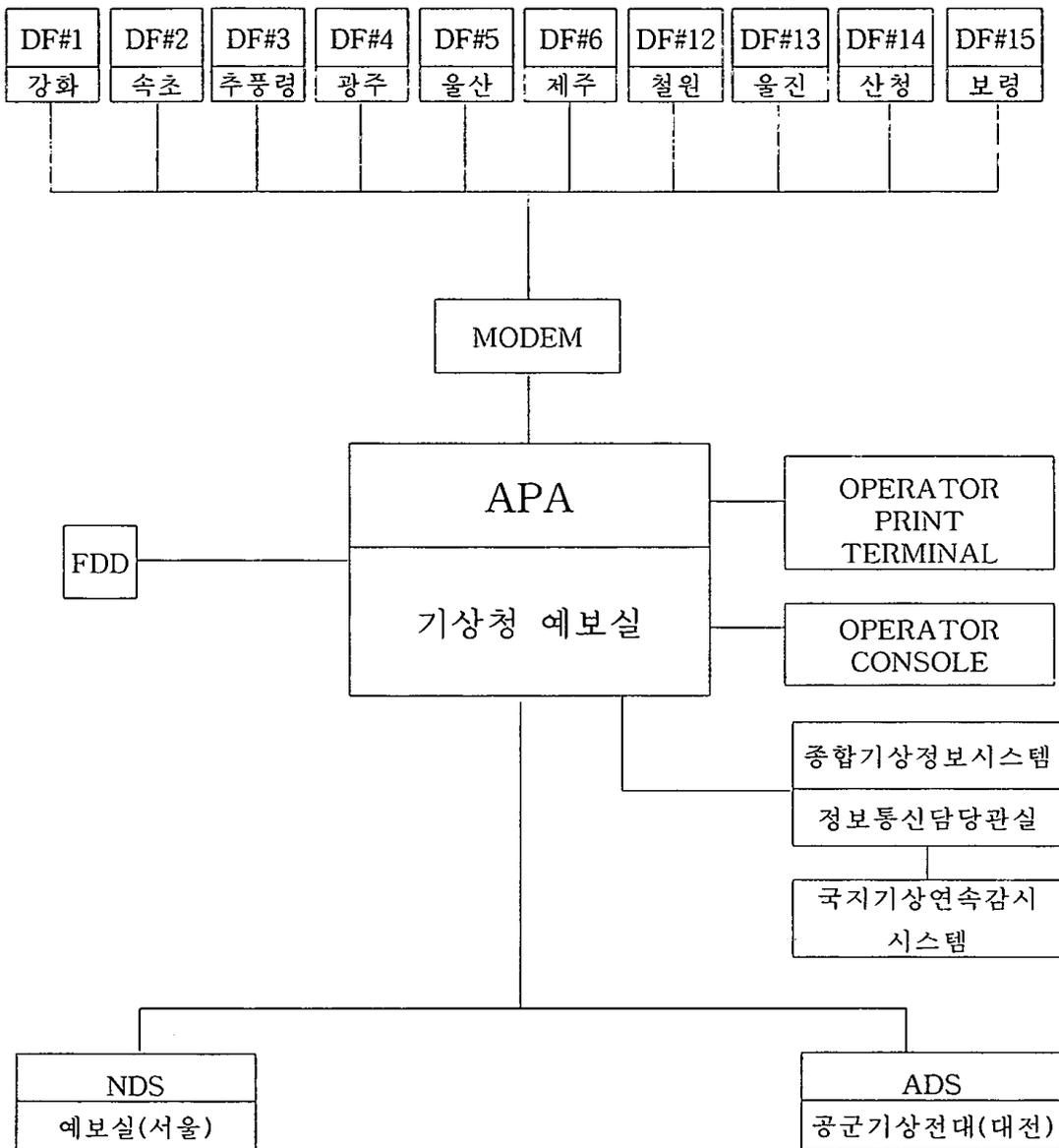


그림3. 전국 낙뢰 관측망(LLP System)



DF: DIRECTION FINDER  
 APA: ADVANCED POSITION ANALYZER  
 ADS: ADVANCED DISPLAY SYSTEM  
 NDS: NETWORK DISPLAY SYSTEM

그림4. 낙뢰관측 시스템 구성도

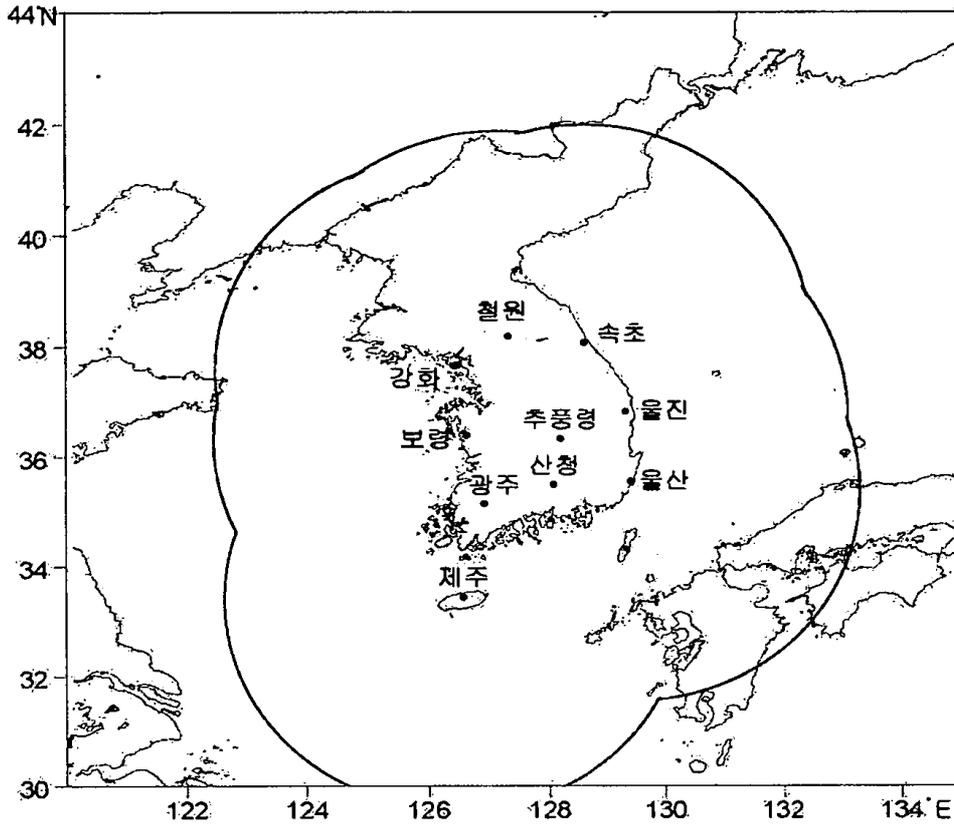


그림5. 유효탐측 범위

#### 나. 한국전력의 낙뢰관측 현황

한국전력공사에서는 1994년에 LPATS를 도입하여 시험운용을 거쳐 1995년 7월부터 정상 운영 중에 있다. 수감부는 속초, 울진, 상주, 태안, 강진, 창원 등 6개소에 설치하여 주로 송전선에서 단전 사고가 발생하였을 때 그 원인을 밝히는데 사용하고 있다.

### 7. 先進國의 落雷研究動向

제2차 세계대전 후 근대적인 雷의 연구는 영국, 남아프리카를 중심으로 시작되었으나, 최근에는 질적·양적으로 미국 및 프랑스에서 이 연구를 주도하고 있다. 뇌방전 및 뇌전하에 대한 이학적인 연구는 NEW YORK주립대학(Orvill 등), Florida대학(Uman), 뉴멕시코 공업대학(Brook, Krehbiel 등), 아

리조나 대학(Krider) 등이 중심이 되어, 인공위성, 미사일, 항공기 등의 뇌해(雷害) 방지를 목적으로 하는 NASA, NOAA와 협력하여 종합적인 연구를 수행하고 있으며, 그 외의 전력 및 군관계의 연구소에서도 활발한 연구가 행해지고 있다. 영국의 맨체스터대학(Illingworth 등)에서는 뇌전하 생성기구에 관한 연구를, 프랑스에서는 Hubert를 중심으로 원자력청(CEA)을 포함한 4개의 연구기관이 협력하여 대규모 로켓을 이용한 낙뢰유도실험이 성공리에 추진되고 있다. 유럽의 이들 그룹과 미국 4개 대학 등의 사이에는 밀접한 유대협력관계가 유지되고 있으며 또한 국제 雷放電 공동연구체(Thunderstorm Research International Program : TRIP)에서는 뉴멕시코 및 케네디 우주센터가 있는 플로리다주에서 로켓을 이용한 낙뢰유도실험을 포함한 대규모의 공동연구를 실시하고 있다.

높은 구조물에서의 낙뢰 관측은 케네디 우주센터의 우주 발사대 (지상으로 부터 400피트 높이)를 이용하고 있으며, 여기에는 LLS시스템의 고안자인 Uman, Krider 등이 참가하고 있다

Krider 등은 전자계 관측에서 기기의 시간 분해능을 향상시킴과 동시에 전파에 의한 파형 변화를 고려한 100km 이내의 해상 전파의 기록을 해석했다. 그 결과에 의하면 귀환뇌격(Return stroke)에는 종래 기록되지 않았던 급격한 변화가 포함되어 있는 것이 발견되었고, 발사시간은 40~200ms로 전계 변화에서 추정되는 전류속도가 50~75KA/ $\mu$ A(종래 값의 2~3배)로 알려져 있다.

Uman은 귀환뇌격 연구에 의한 전자계 측정에 의해서 Model에 대응하는 데이터를 수집, 귀환뇌격에 의한 전계변화의 수평 성분을 측정하고 송·배전선, 통신선으로의 유도에 대해 새로운 자료를 제공하고 있다. 또 Krider그룹은 공군의 연구자 등과 공동으로 항공기 측정, 지상의 다요소 측정을 포함한 종합관측을 행하고 있다.

광학적 관측에서 Orvill 등은 전자 셔터를 이용하여 낮시간 동안에도 기록이 가능하고 시간 분해능이 높은 스트로크 카메라를 제작하여 뉴멕시코 플로리다에서 수행한 TRIP에 참가, 귀환뇌격의 2차원 속도를 측정하고 기존의 관측 값과 비교하고 있다. Brook, Krehbiel 등은 방전전계 다지점 동시 측정, VHF방전로 표정 및 Radar와 Doppler radar에 의한 뇌운 관측을 병행, 뇌운 cell 발달 초기에서 뇌운과 그 방전 활동을 3차원적으로 추적하는 종합적인 관측을 수행하였다. 이 종합 관측에서는 TRIP도 참가하고 있다. 또 NSSL

(National Severe Storms Laboratory)의 그룹은 미시시피대학과 오클라호마 대학의 협력을 얻어 Doppler radar, UHF방전로 위치추정 네트워크 이외의 장치를 사용해서 뇌운 셀의 종합적인 관측을 수행하고 있다.

대기중의 뇌관측에서 Brook 등은 NASA의 협력을 얻어 U-2기에 광센서와 전자계센서를 탑재하여 성층권에서의 구름방전과 낙뢰를 관측한 결과 낙뢰의 경우는 전구, 귀환의 특성을 명확히 이해하게 되었다.

뇌우시 항공기를 띄워서 항공기에의 뇌격 특성이나 뇌방전 전자계를 측정하는 공중관측은 미 공군 관계자나 NASA의 그룹이 중심이 되어 국립연구소나 대학의 연구자와 공동으로 미국 각지에서 연구가 진행되고 있다.

## 8. 대기전기학의 발전 방향

최근 대기전기학의 발달로 인해 대기전기현상의 많은 연구 결과가 인접분야의 발전에 크게 기여하고 실생활에도 도움을 주고 있다.

대기 이온의 연구에서 작은 이온의 생성과정이 명확하게 규명 되어가고 있고, 에어로졸의 연구, 대기중의 방사성가스의 연구가 크게 발전했다. 앞으로는 지구를 둘러싼 대기환경의 연구가 크게 활발할 것으로 기대된다. 뇌방전 기구의 해명은 전력계통, 통신계통의 낙뢰 피해방지에 기여하고 있으며, 최근에는 뇌방전의 전자계 계측 시스템이 낙뢰예측, 낙뢰피해경감에 공헌하고 있다. 또 반도체 소자를 사용하고 있는 전기 기기, 컴퓨터 등은 특히 뇌 서지의 피해를 받기 쉬워서 낙뢰의 피해건수가 급증하고 있는데 이 대책에 관한 연구도 발전되어 실용화 되어가고 있다. 뇌운의 전하분리기구의 해명은 대기전기학의 중심 과제로 많은 설이 제창되고 변천이 반복되고 있다. 오늘날에는 Takahashi(1978, 1984)의 싸락눈과 빙정의 충돌에 의한 「착빙전하 발생기구설」이 가장 타당한 것으로 되어 있다. 그러나 이 설은 물의 분자구조, 결정구조, 계면현상 등이 새로운 대기과학에 의해 뒷받침되어야 할 것이다. 이것을 실현하는 데는 대기전기학과 연대한 구름물리학의 공동노력이 한층 더 기대된다.

지구전하를 보충하고 유지하는 문제는 지구와 이것을 둘러싼 고도 50km 정도의 도전 층에 의한 구각 콘덴서라고 하는 모델로 설명되고 있다. 그러나 오늘날에는 기상위성, 전리층 관측 위성 등 각종의 인공위성에 의해 열권 및 그 보다 더 상층의 대기 상황이 자세하게 설명되고 있다. 여기에 대응하여

지구주의의 전하입자의 운동이 새로운 과제로서 고찰되지 않으면 안 된다. 최근 여기에 덧붙여야 할 새로운 현상이 발견되고 있다. 1994년 미국 중서부에서는 2대의 항공기에 의한 동시관측으로부터 뇌운의 운정에서 상층대기로 방전이 발생하는 것을 발견하였으며, 이어서 미국 여러 대학 연구기관의 협력으로 이런 종류의 방전에 대하여 1,000회가 넘는 관측 결과가 보고되고 있다. 방전에는 2가지 타입이 있고, 발색과 형태에 따라 레드 스프라이트(Red sprite)와 블루 제트(Blue jet)라 명명했다. 방전의 도달 고도는 레드 스프라이트가 95km(전리층 하면), 블루 제트가 40km(성층권 하층)로 추정되고 있다. 빈도는 양쪽 모두 2분에 1회 정도이며 레드 스프라이트와 블루 제트 현상이 있을 경우, 지표에서는 낙뢰가 발생했다. 우주선에서 촬영한 지구 영상 사진을 검토한 결과 이런 종류의 방전은 미국 중서부에 국한되지 않고 남미 호주, 아프리카 등에서도 발생하고 있는 것이 확인되어서 전지구적인 현상으로 생각되어진다. 이 새롭게 발견된 방전 현상은 대기전기학의 연구자가 연구분야를 확대해서 지구전자기학, 고층기상학, 우주선 등의 연구자와 협력하여 새로운 대기전기학을 개척할 필요가 있다는 것을 시사하고 있다.

## 9. 신낙뢰관측 시스템의 개요

### 9.1 신 낙뢰관측시스템 도입 배경 및 개요

기상청은 1987년에 낙뢰 위치 표정 시스템(LLP)을 도입하여 한반도에서 발생하는 낙뢰현상을 관측하여 예보업무에 활용하여 왔다. LLP 시스템의 구성은 분석기(APA) 1대와 수감부(ALDF) 10대, 그리고 표출기(ISIS) 1대로 구성되어 낙뢰 발생 시 나타나는 낙뢰의 위치, 시각, 강도, 극성 등을 관측하고 있다. 또한 이러한 관측자료를 분석하여 낙뢰발생 빈도분포, 극성분포, 일수분포 등을 수록한 낙뢰연보를 발간하여 활용하고 있다. 그러나 장비의 노후화로 관측정확도 저하 문제가 발생하여, 2001년 초에 최첨단 신 낙뢰관측시스템(IMPACT)을 도입·설치하여 2001년 하반기에 시험 운영을 거쳐 2002년 상반기부터 신 낙뢰관측 시스템을 이용한 본격적인 낙뢰 관측을 하고 있다. 따라서 2002년도부터 발간 될 낙뢰연보는 새로운 낙뢰 관측시스템으로 관측한 자료를 분석하여 작성할 계획이다. 새로운 낙뢰관측시스템은 기존의 시스템에서 관측 할 수 없었던 구름방전을 포함한 다양한 관측자료의 생산이 가능하게 되었다. 장비의 구성은 분석기와 수감부

및 표출기로 구성되어 있으며, 수감부에는 낙뢰관측이 가능한 낙뢰 수감부 7대와 구름방전의 관측이 가능한 구름방전 수감부 13대로 구성되어 있다. 구름방전은 낙뢰보다 선행하여 발생하는 경우가 많기 때문에 구름방전현상을 관측하는 것은 낙뢰를 예측, 예지 하는데 있어서 크게 도움이 될 것으로 보고 있다.

## 9.2 신 낙뢰관측시스템(Total Lightning Detection System : TLDS)

신 낙뢰관측시스템은 센서 부분과 분석기, 그리고 표출기 부분으로 구성되어 있다. 센서의 종류에는 낙뢰만 감지할 수 있는 IMPACT ESP 센서와 구름방전을 관측할 수 있는 LDAR II 센서가 있으며, 기상청은 IMPACT ESP 센서 7대와 LDAR II 센서 13대로 낙뢰관측 네트워크를 구성하고 있다.

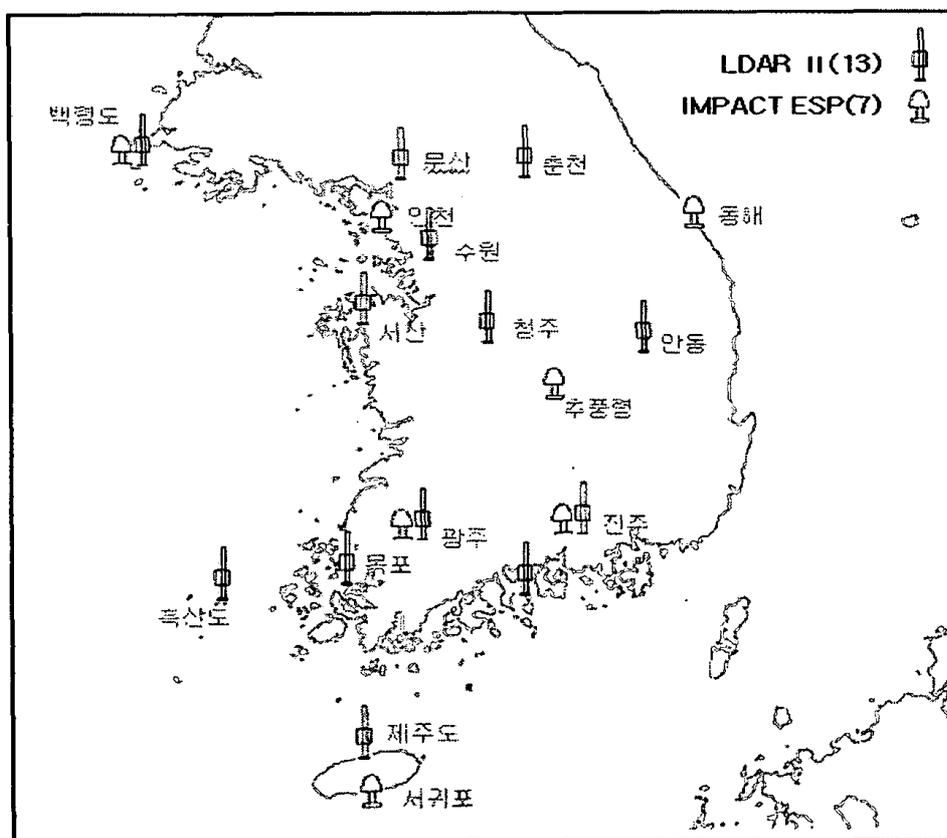


그림7. 낙뢰 센서의 위치

분석기에는 낙뢰 즉 대지방전 관측자료를 분석하는 LP2000과 구름방전 관측자료를 분석하는 LP3000으로 구성되어 있다. 표출기에는 전체방전 (Total lightning)을 2차원으로 표출하는 LTraX 표출기와 구름방전을 3차

원으로 표출하는 TED 표출기가 있다. 낙뢰 및 구름방전 감지 센서는 그림 7에서 보듯이 전국 20여 개의 기상대 급에 설치되어 운영 중이며, 낙뢰 분석기 및 표출기는 통합 현업실과 예보 브리핑실에 설치되어 낙뢰 감지에 도움을 주고 있다. 특히 실시간 낙뢰 자료를 표출하는 LTraX는 낙뢰 발생 시, 음향으로 알리는 기능이 있을 뿐 아니라, 사용자가 관심 있는 영역으로 낙뢰가 언제 도달할지 실시간으로 시간을 계산하여 알려주는 기능 등이 있다(그림8). 표출기에는 LTraX 이 외에 구름방전(3D events) 자료를 실시간으로 표출하는 TED가 있다(그림9). 구름방전은 낙뢰가 발생하기 전에 구름 속에서 선행하여 나타나는 미세한 방전으로 사람의 눈에는 보이지 않지만 구름방전 감지센서에서는 VHF 파를 사용하여 검출이 가능하다.

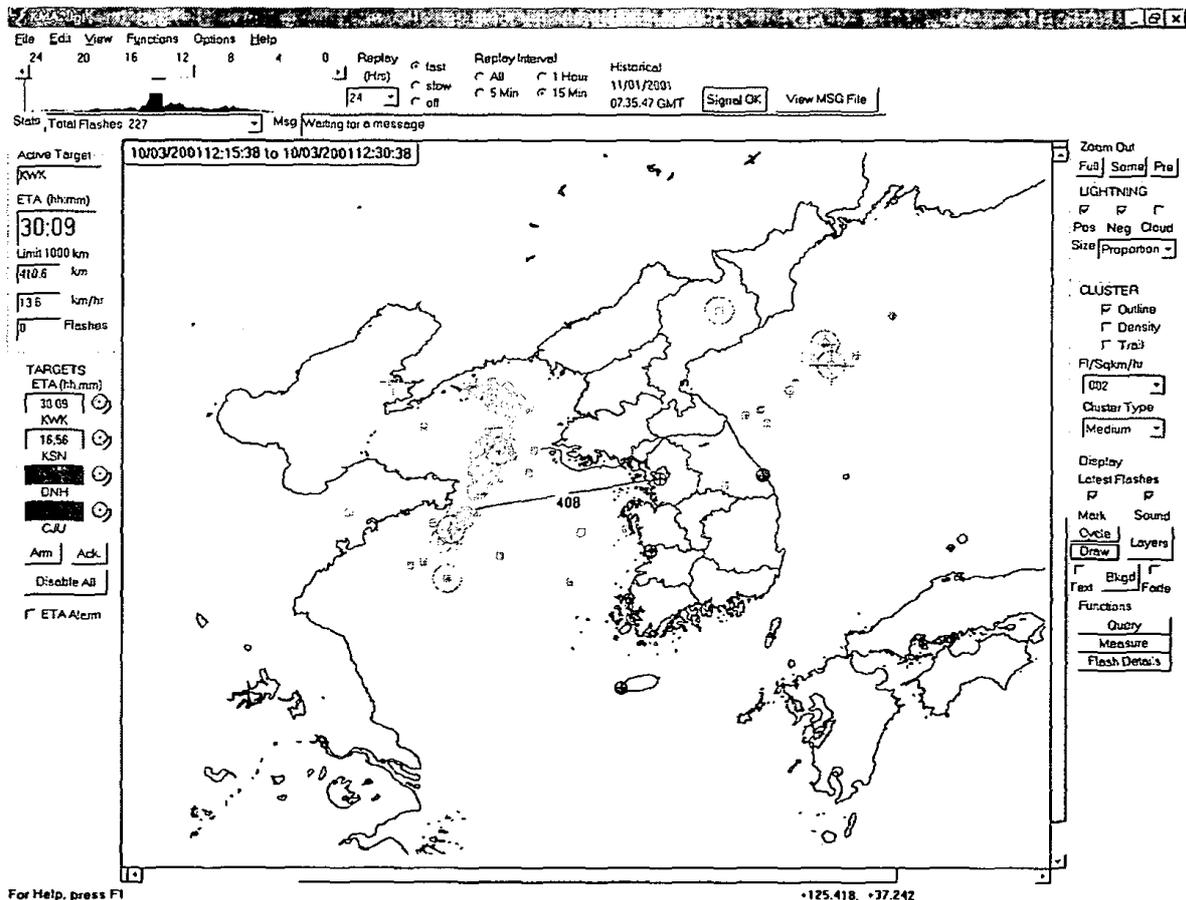


그림8. 표출기(LTraX)

그림 9의 이해를 돕기 위해 A, B, C, D 영상을 설명하면 다음과 같다.

즉 TED는 정확히 말하자면 3차원 구름방전 분포를 3차원의 모습 그대로 표출한 것은 아니다. 대기중의 3차원 공간(위도, 경도, 고도)에서 발생하는 구름방전 분포를 각각 남쪽에서 북쪽(그림 B)으로, 위에서 아래로(그림 D), 서쪽에서 동쪽(그림 E)으로 투영하여 2차원으로 나타내고 있다. 또한, 가장 위에 보이는 그림 A는 현재 시간으로부터 과거 특정한 시간까지 시간-고도별 구름방전의 밀도 분포를 보여준다. 그리고 그림 C는 구름방전 주파수의 고도별 분포를 나타낸 히스토그램으로써 구름방전의 Peak Current의 고도를 실시간으로 보여준다. 이 Peak Current 고도의 이동을 이용하면 구름방전이 대지방전으로 이어질 것인지를 알 수도 있다.

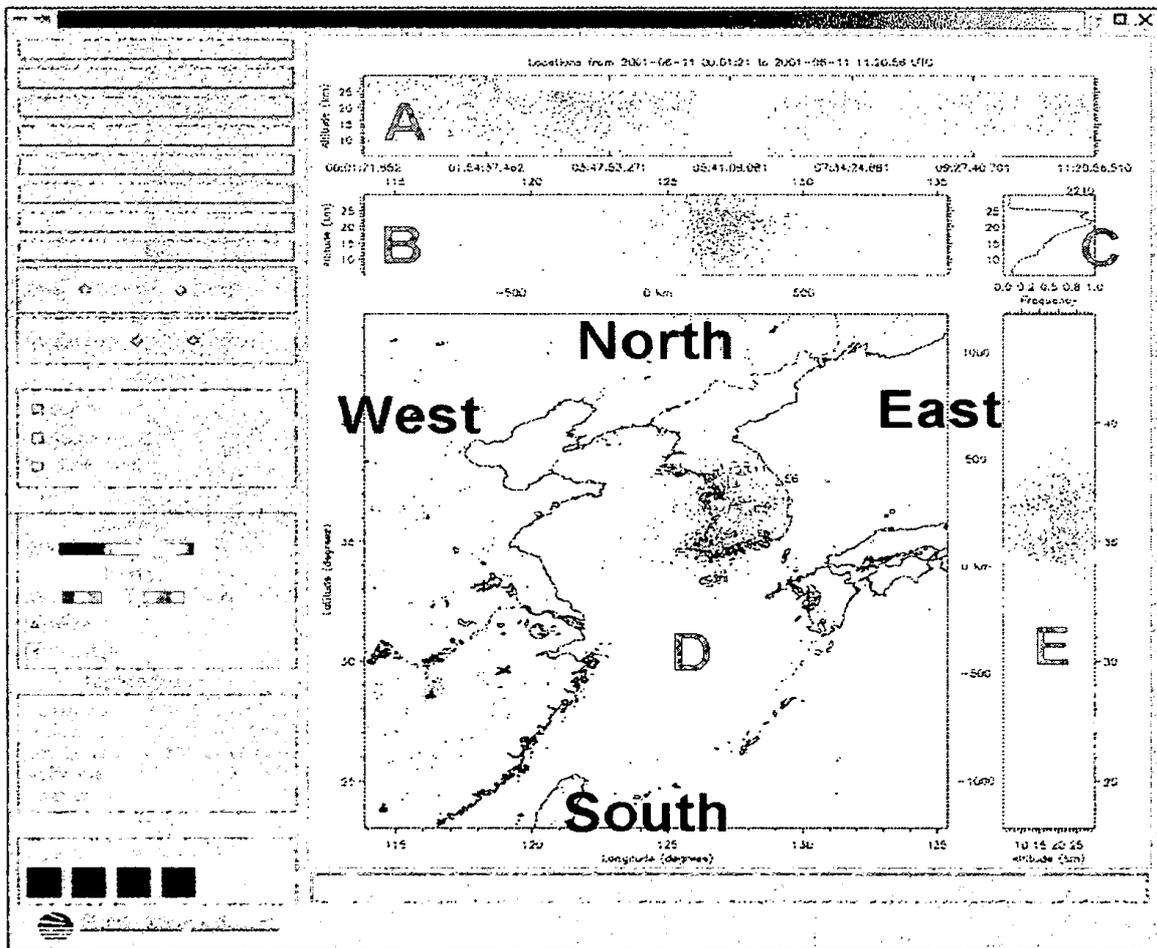


그림9. TED(Total Electronics Display)

### 9.3 신·구 낙뢰 관측 시스템의 비교

신낙뢰 관측 시스템은 기존의 LLP시스템과 많은 차이가 있다. 기존의 낙뢰 관측 시스템은 대지방전(낙뢰)만을 관측 할 수 있는 시스템으로 낙뢰가 발생할 때 생기는 전파를 방향 탐지법에 의해서 낙뢰의 위치를 결정하는 방식으로 낙뢰의 위치, 강도, 극성 등을 분석할 수 있는 시스템이다. 2001년 하반기부터 도입·설치 운영중인 새로운 낙뢰관측시스템은 낙뢰와 더불어 궤방전시 발생하는 전체방전 현상을 관측 할 수 있는 시스템으로 낙뢰와 구름방전의 위치, 극성, 강도 등을 관측 할 수 있으며, 동화 및 위험지역 경고기능 등 다양한 기능이 있는 최첨단 낙뢰 관측 시스템이다. 표1은 신낙뢰 관측시스템과 구낙뢰관측 시스템의 차이점을 비교한 것이다.

표1. 신·구 낙뢰 관측 시스템의 비교

	구장비	신장비
센서	ALDF	IMPACT ESP LDARⅡ
	DF 방식 이용 낙뢰(대지방전)만 탐지 가능	ALDF가 upgrade된 IMPACT 방식(DF방식과 TOA 방식의 합성)으로 정확도 높은 낙뢰위치표정 가능. 기존에는 관측이 불가능했던 구름방전의 관측이 가능(LDARⅡ센서 이용)
분석기	APA PC 환경	unix 환경, GUI 지원 사용자가 네트워크에 더 쉽게 접근할 수 있게 구성. 사용자가 원하는 다양한 형태로 자료 생성 가능. 센서 및 네트워크의 상태를 원격으로 쉽게 모니터링 가능.
표출기	표출기 이름 : NDS	LTraX & TED
	낙뢰 강도와 위치만을 표출	TED : 낙뢰에 선행하여 나타나는 구름방전을 3차원으로 표출함. LTraX : 알람(위험 경고기능) 및 Track 기능. 대지방전(정극성, 부극성, 강도 등)을 표출

## 10. 落雷에 대한 安全對策

### 1) 낙뢰의 성질

낙뢰위치의 예측은 어렵습니다만 그렇다면 어떤 곳에 떨어지는가? 실은 문제의 낙뢰는 전기를 저축하고있는 뇌운의 위치에 따라 해면, 평야, 산악 등의 어떤 곳이라도 떨어진다. 그러나 방전이 뇌운에서 지면으로 향해서 올 때 부근에 높은 물체가 있으면 그것을 통해서 낙뢰가 떨어질 가능성이 높다는 것은 사실이다. 따라서 피뢰침은 이러한 성질을 이용하여 가까운 곳에 떨어지는 낙뢰를 적극적으로 끌어 들여 뇌운의 전기를 안전한 대지로 흐르게 하는 장치로 이해하는 것이 옳다.

### 2) 낙뢰발생을 어떻게 알 수 있는가

극히 당연한 대답입니다만 각자 오감으로 알 수가 있다. 적란운이 머리 위에서 발달하는 것이 보이면 위험한 신호라고 생각하는 것이 무난하다. “우르릉” 하는 천둥이나 “반짝”하고 빛나는 번개, 후덥지근한 더위 중에서 이상하게 느끼는 시원한 바람, 줄기차게 내리는 싸락눈, 아플 정도의 비 이것들은 모두 오감으로 느낄 수 있는 낙뢰의 징조들이다. 더불어 TV, 라디오, 신문 등의 일기예보에서도 미리 정보를 얻어두고 마음의 준비를 해두는 것이 중요하다. 한편 천둥이 들리는 범위는 주위의 환경에 따라 변하지만 보통 10km정도라고 이해하는 것이 좋다. 따라서 멀리서 “우르릉” 이라고 하는 소리가 들려오면 다음의 낙뢰는 바로 당신의 머리 위에 있다고 생각하는 편이 옳다. 천둥이 들리면 주저 없이 안전한 장소로 피난하는 것이 중요하다.

### 3) 야외에서 높은 물체를 이용해서 낙뢰를 피하는 방법

앞에서 피뢰침의 효용이나 높은 건물에 낙뢰가 떨어지기 쉽다는 성질을 간단히 소개했다. 여기서 이들을 조금 양적으로 고찰해본다. 높이의 기준은 30m이다. 즉 높이가 30m이하의 탑이나 수목 등은, 그 기둥을 중심으로 높이와 같은 반경을 갖는 원내에 진행하여오는 방전을 유인하게 되어 그 원내에 직격 낙뢰의 가능성이 낮게된다. 그러나 높이가 30m을 초월하는 경우에는 안전한 범위는 높이에 대응해서 높게 되는 것은 아니다. 바꾸어 말하

면 높이가 100m급의 건물이 있어도 뇌운에서 진행하여오는 방전을 끌어들이 수 있는 거리는 대개 반경 30m의 원내로 한정되어 있다고 하는 것이다. 그렇다 하더라도 너무 믿지 말고 갑자기 낙뢰가 발생할 때는 30m정도의 건물이라면 일시 피난 장소로 해서 건물의 가장 높은 부분을 45도 이상으로 볼 수 있는 범위 안으로, 그리고 30m이상의 높은 건물이라면 반경 30m의 원내로 피난한다. 단, 이것은 어디까지나 일시 피난에 불과하므로 가능하면 빨리 건물 안이나 자동차로 피난하는 것이 좋다. 즉 통상의 낙뢰에서는 하나의 낙뢰에서 다음의 낙뢰가 떨어질 때까지는 약 1분 정도의 시간이 소요되기 때문에 낙뢰의 모양을 보면서 안전한 건물내부나 자동차로 피난하는 것이 안전하다.

#### 4) 금속물체를 인체에 부착하고 있으면 낙뢰를 유인하게 되는가 ?

인체에 낙뢰가 떨어지면 낙뢰전류는 도체로 있는 내부조직을 흘러서 대지로 흘러 들어간다. 동시에 피부면의 곳곳에 부분적인 방전을 일으키고, 방전전류가 흐른다. 따라서 금속을 부착하고 있으면 연면 방전을 촉진시키기 때문에 화상의 원인은 되나, 사망의 원인으로서는 되지 않는다. 왜냐하면 금속물체를 부착하고 있으면 치명적인 영향을 주는 체내전류를 감소시키는 효과가 있기 때문이다. 따라서 금속을 떼어낸다 하더라도 조금도 안전하지 않으며 금속제품이나 금속 편을 몸에 부착한 채 피난하는 것이 오히려 목숨을 건질 가능성이 있다. 골프채, 금속 봉, 양산과 같은 긴 금속물체는 머리보다 낮게 신체와 수평으로 갖고 있으면 낙뢰를 받았을 때 생명을 구할 가능성이 있다. 양산이나 낚싯대 등이 머리 위에 돌출 되어있으면, 서 있는 것 보다 더 위험하니까 바로 내리고, 고무장화나 비옷은 낙뢰를 방호하는데 조금도 도움이 되지 않는다.

#### 5) 방전 에너지는 어느 정도의 크기인가 ?

지금까지 연구하여온 뇌방전의 관측 결과를 종합하면 하나의 낙뢰 혹은 구름방전의 총 에너지는 약 300kwh라고 하는 값으로 된다.

여름의 격심한 뇌운은 10초에 1회 정도의 비율로 뇌방전을 일으키고 있으니 이때의 뇌운은 중급의 발전소 정도의 발전능력을 발휘하고 있는 것으로 된다. 뇌방전 에너지를 완전히 이용할 수 있으면 대단히 유용하지만 문제는 쉽게 이용할 수 없다는 것이다. 뇌방전은 길이 5,000m라고 하는 초대형 불꽃방전을 하면서 300kwh라고 하는 큰 에너지가 전파, 빛, 소리로 하늘에서 분산되어 버리는 것이다.

## 6) 낙뢰에 대하여 안전한 장소

자동차나 버스, 열차 그리고 콘크리트 내부는 낙뢰에 대하여 비교적 안전한 장소이다. 그러나 일반 가옥내부에서는 전등선, 전화선, 안테나선, 접지선으로부터 약 1m이상 떨어져 있어야하고 , 전원플러그는 뽑아두는 것이 좋다.

## 11. 낙뢰용어해설

간헐뇌격 : 연속전류를 동반하지 않는 뇌격

감전(感電) : 인체에 전류가 흘러 생리적 변화를 일으키는 일. 생리적 변화는 전원(電源)이 교류인가 직류인가, 또는 낙뢰(落雷)와 같은 충격과인가에 따라 다르고, 전류가 인체 내를 흐르는 통로에 따라서도 달라진다. 즉 인체의 생리적 변화는 전압의 크기보다는 전류의 세기와 통로에 의해 결정된다고 할 수 있다. 그러므로 피부의 건조도와 전원에 접촉한 강도에 따라 그 영향이 크게 변한다. 피부가 건조하고 전원에 약하게 닿을 때는 아무런 위험이 없으나, 땀이 나 있거나 젖어 있는 피부에 닿으면 목숨을 잃는 경우까지 있다. 또한 전류가 흐른 시간에 따라서 위험이 더할 수도 있다. 인체의 감전에 따른 생리적 변화의 양상은, 먼저 통과하는 전류가 어떤 수치에 이르면 비로소 자극을 느끼고, 전류가 더 증가하면 근육에 경련을 일으킨다. 전류의 증가에 따라 그 범위가 넓어져 어느 정도 이상이 되면 몸을 움직일 수 없게 되는데, 이 전류를 불수전류(不隨電流)라고 한다. 전류가 더 증가하면 호흡장애와 함께 의식을 잃게 되고, 심장장애·신경장애·화상 등으로 죽음에 이른다. 최소 감지(感知) 전류는 사람에 따라 다르나, 대체로 교류에서는 1 mA, 직류에서는 5 mA 정도이다. 또 운동에 지장이 없는 최대한의 전류를 가수전류(可隨電流)라 하는데, 이것도 개인차가 있어 성인남자·성년여자·어린이 순으로 작아진다. 대체로 교류의 경우에 성인남자는 9 mA, 성년여자는 6 mA 정도이고, 직류의 경우에는 각각 62 mA, 41 mA 정도인데, 20 mA 이상일 때는 화상이 생겨 인체의 저항값이 감소되어 전류가 급증할 위험이 있다. 또 100 mA에 가까우면 심장경련을 일으켜 치명적 위험이 따르는데, 이 값은 연소자나 허약자 일수록 작다. 감전의 응급처치는 먼저 전원을 끊고 환자를 전원에서 떼어 내야 하는데, 이 때 구조자 자신이 감전되지 않도록 건조한

고무나 가죽제의 장갑과 신발을 착용하고, 바닥에는 담요를 깔아서 전류가 닿지 않도록 해야 한다. 환자가 의식을 잃고 가사상태에 있는 경우에는, 중추신경이 마비되어 있기 때문에 보통 방법으로 죽음을 확인할 수 없는 경우가 많다. 따라서 체온의 냉각·사후경직이 없는 한 장시간 인공호흡을 해야 한다.

**구름사이방전(雲間放電)** : 2개의 떨어져 있는 구름사이에서 일어나는 방전

**구름속방전(雲內放電)** : 1개의 구름 안에서 분극(分極)되어 있는 전하(電荷) 사이에서 일어나는 방전

**계단형 선도(Stepped leader)** : 가장 첫 번째 발생하는 선도뇌격을 말한다.

뇌는 한줄기 빛으로 보이지만 실제로는 뇌(雷)가 실린 구름에서 선도뇌격이 구름을 출발하여 전진과 휴지를 반복하게 된다. 이 선도뇌격이 대지나 지상의 물체에 접근하면 대지나 물체에서 상향의 스트리머가 생기며, 이 양자가 결합할 때 뇌운에서 대지 또는 물체에 이르는 방전로가 형성된다. 제1 선도뇌격은 제2 및 그 후의 것과 다른 특성을 가진다. 지속시간이 10배정도 길고, 빛은 20m 진행할 때마다 약 50 $\mu$ sec의 정지시간을 두면서 이 정지시간에 20m씩 하강하므로 계단형 선도(steped leader)로 불린다. 휴지시간을 동반하는 계단형 선행방전 제 1 뇌격시 이 형태를 취한다.

**귀환뇌격(resturn stroke)** : 복귀뇌격을 가리킨다

**낙뢰** : 뇌운과 대지(大地) 사이의 방전

**낙뢰사** : 낙뢰에 의한 상해가 직접 또는 간접적으로 인체에 끼쳐서 일어나는 죽음을 말한다. 직접적인 것으로는 사람이 몸에 지니고 있던 우산, 낚시대 등에 낙뢰를 맞을 경우가 있고, 간접적인 경우로는 나무나 건물 등을 매개로 하여 충격전류가 인체로 흐르는 경우를 말한다. 사람이 낙뢰를 맞는 경우 화상·골절·내장파괴 외에 전문(電紋)이라고 하는 나뭇가지 모양, 번갯불 모양 등의 피부홍반(皮膚紅斑)이 나타난다. 낙뢰로 인한 죽음의 원인은 호흡이나 기타 중추신경마비·심장장애·과열 등이며, 다행히 살아남은 경우에도 시신경의 위축이나 백내장 등 눈의 장애가 일어나는 경우가 많다.

**뇌격(雷擊)** : 육안으로는 한 가닥으로 보이는 번개도 보이스카메라로 촬영하면 여러 가닥의 번개(성분방전)가 서로 겹쳐서 이루어져 있는 것을 알 수 있는데, 그 개개의 번개를 뇌격이라고 한다. 뇌격에는 구름밑면으로부터

출발하여 지면으로 향하는 선행방전(또는 선행뇌격)과 지면에서 구름 밑면으로 향하는 복귀방전(또는 복귀뇌격)이 있다.

**뇌격거리** : 상향 방전과 선구방전이 만나는 점과 지면까지의 거리를 말하며, 전계강도가 크고, 대지에 축적된 전하량이 많을 수록 길어진다. 피뢰침의 보호범위는 뇌격거리와 밀접한 관계가 있으며, 일반적으로 뇌격거리를 반경으로 하는 반구의 내부가 피뢰침의 보호 영역이 된다.

**뇌격점(Point of strike)** : 낙뢰가 대지와 구조물 또는 피뢰설비 와 접촉하는 장소.

**뇌우(thunderstorm)** : 천둥과 번개를 동반한 강우(降雨). 적란운이나 거대한 적운에 수반하여 발생한다. 매초 10 m 이상의 격심한 상승기류가 있는 것이 특징인데, 이와 같은 상승기류가 일어나는 것은 대기가 불안정한 상태로 되어 있을 때이다. 전선(前線)에 수반하여 발생하는 것을 전선성 뇌우, 저기압의 중심 부근에서 일어나는 것을 저기압 뇌 또는 와뢰(渦雷)라 하고, 여름철의 오후, 강한 일사(日射)에 의해서 발생하는 것을 열뢰(熱雷)라 한다. 뇌운(雷雲)은 몇 개 이상의 세포가 모여서 되는데, 각 세포는 지름 5~10 km의 소규모 순환계를 이루며, 상승기류와 하강기류를 동반한다. 세포의 수명은 30분에서 3시간이고, 발생기에는 상승속도가 느리지만, 최성기에는 30 m/sec의 상승속도를 가지기도 한다. 적란운이 발달하여 뇌우가 발생하는 경우에는 구름 밑부분의 기온이 0 °C 이하가 되며, 구름이 수직으로 발달하여 꼭대기 부분은 -20 °C 정도일 때이다. 적도지대에서는 기온이 0 °C 이하가 되지 않더라도 뇌우가 발생하는 예가 관측되고 있으나, 대부분의 뇌우는 위에서 말한 조건의 적란운에서 발생한다.

**뇌우의 코(Nose of thunderstorm)** : 뇌우 통과시 자기지(自記紙)상에서 관측되는 기압의 급상승부분을 말한다. 자기기압계의 기록지에 코와 같은 돌출부가 나타나는데, 이것은 뇌우 아래에 생기는 찬 공기의 하강에 의하여 기압이 상승하기 때문에 생긴 것이다.

**뇌우고기압(Thunderstorm high)** : 뇌우에 동반하는 중규모고기압으로서 뇌운(雷雲) 아래에 형성되는 찬 공기덩이의 무게에 의하여 생긴다. 이 찬 공기덩이는 뇌운 밑에서는 빗방울을 포함한 공기덩이가 습윤 단열적으로 하강해 오기 때문에 생긴다고 여기고 있다. 이 찬 공기덩이가 흘러 나와서 주위의 따뜻한 공기를 밀어 올려 새로운 뇌운을 만들고, 이와 같은 연

쇄 반응을 거듭해서 뇌우세포가 무리로 발생하고 다수 세포의 찬 공기덩이가 합해져서 중규모의 고기압이 형성된다.

**뇌운강수(thunder precipitation)** : 적란운 등 뇌운으로부터 내리는 소낙성 강수를 말한다. 전형적인 기단강수이다.

**다중도(multiplicity)** : 하나의 낙뢰 속에 포함되는 귀환뇌격(歸還雷擊)의 수를 그 낙뢰의 다중도라 말한다.

**다지점 낙뢰(multi-point strike)** : 하나의 낙뢰 속에 포함되는 귀환뇌격(歸還雷擊)중에서 일정거리 이상 떨어져서 1초 이내에 동일 극성으로 발생하는 낙뢰를 말한다.

**다중뇌격(Multiple stroke)** : 벼락은 단 한번의 뇌격으로 끝나는 것과 몇 회로부터 수십 회의 뇌격을 반복하는 것이 있는데 이것을 다중뇌격이라고 부른다.

**번개** : 적란운이 발달하면서 구름내부에 분리 축적된 음(-)전하와 양(+)전하 사이에서, 또는 구름 속의 전하와 지면에 유도되는 전하 사이에서 발생하는 불꽃방전을 말한다.

**벼락, 번개, 천둥, 우레, 낙뢰** : 모두 엇비슷한 말들이지만 조금씩 그 의미가 다르다. 번개는 섬광 같은 빛줄기를, 그리고 그 요란한 소리는 천둥, 또는 우레라고 하며 벼락은 이 모든 현상을 통칭하는 말이다. 그러니까 벼락은 번개와 천둥으로 이루어졌다 고나 할까? 그 중에 천둥은 원래 천동(天動)이라는 한자어가 변한 말이다. 그리고 낙뢰는 벼락이 치는 것을 일컫는 말이다. 벼락은 간단히 말하자면 땅과 구름사이에 전기가 통하는 현상이다. 주로 여름철에 나타나는 구름 가운데 바닥은 평평하면서 웅장한 산봉우리 모양으로 하늘 높이 솟아오르는 「적란운」이 있는데 바로 이것이 벼락을 내리는 뇌운(雷雲)이다.

**벼락(Cloud-to-Ground discharge)** : 번개의 일종으로 구름과 지면사이에서 발생하는 대지방전을 말한다. 벽력(霹靂)·낙뢰(落雷)라고도 한다. 이때 구름과 지면 사이로 이어지는 불꽃 방전로의 기울기는 5~6°, 직경은 0.2~3.5cm이고 이때 흐르는 전류의 세기는 약 30~40kV, 온도는 20,000~30,000°C이다.

**복귀뇌격(resturn stroke)** : 귀환뇌격이라고도 한다. 뇌는 한줄기 빛으로 보이지만 실제로는 뇌(雷)가 실린 구름에서 선도뇌격이 구름을 출발하여 대지쪽으로 흐르게 된다. 이 선도뇌격이 대지나 지상의 물체에 접근하면

대지나 물체에서 상향의 스트리머가 생기며, 이 양자가 결합할 때 뇌운에서 대지 또는 물체에 이르는 방전로가 형성된다. 이러한 방전로에 대지쪽에서 많은 전하가 유입되어 주 방전로가 생기고 이 방전로를 통하여 지면으로부터 구름을 향하여 상승하는 매우 밝고 빠른 속도의 방전이 발생한다. 이것을 복귀뇌격(return stroke)이라 한다(그림.6).

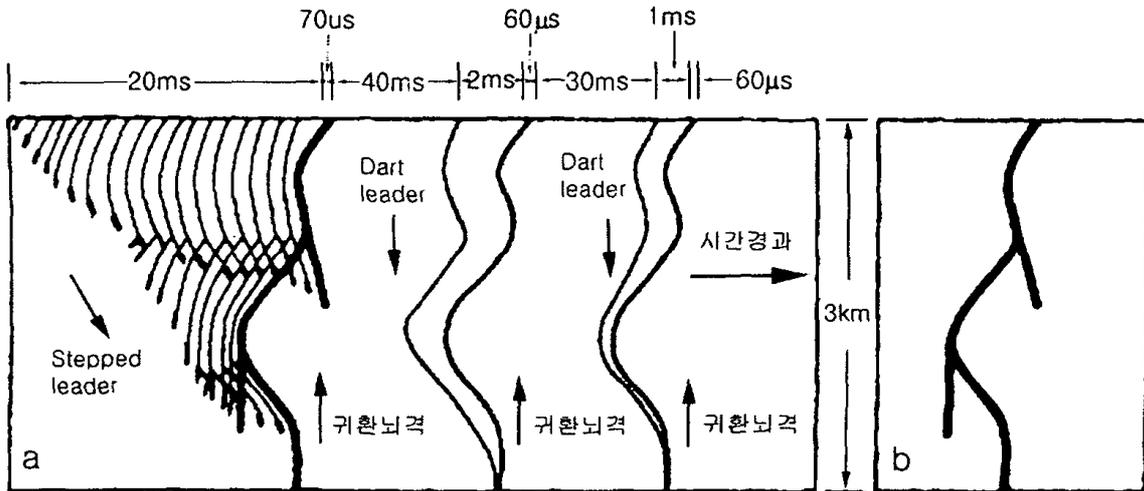


그림6. 카메라에 잡힌 낙뢰발생과정의 모형도  
(a) 삼중낙뢰의 시간경과를 보이는 모델도 (b) 정지도

**부극성 낙뢰** : 구름밑면이 음전하(-)를 띠고, 대지가 양전하(+)로 대전되었을 때 발생하며, 낙뢰의 90%이상이 부극성 낙뢰에 속한다. 평균 뇌격전류는 33kA이다.

**연결 스트리머(Connecting Streamer)** : Stepped leader가 지상 수십m에 도달하면 지상의 돌기물에서 상향의 Connecting streamer가 Stepped leader의 선단을 향해서 출발한다 상향의 이 streamer를 connecting leader 또는 connecting 방전이라 부르고 있다.

**선구방전(Down Leader)** : 뇌운으로부터 대지로 향하는 뇌전하의 흐름을 말하며 선도방전, 선도뇌격(leader stroke), 선구방전 모두가 동일한 뜻이다.

**선도뇌격(leader stroke)** : 구름밑면으로부터 지표면으로 향하는 뇌격(雷擊)을 말한다.

**세인트엘모의 불(Saint Elmo's fire)** : 지표의 돌출된 부분에서 대기 중으로 향하여 방출되는 다소 지속적인 방전현상(放電現象)으로 돌출된 부분

으로는 피뢰침의 끝 부분, 풍력계(風力計), 배의 돛대 등에서 볼 수 있는 경우가 있고, 또 비행 중인 항공기의 날개 끝이나 프로펠러에 나타나기도 한다. 세인트엘모의 불은 보통 파란색 또는 녹색인데, 때로는 보라색·흰색을 나타내기도 한다. 뇌운(雷雲)이 그 장소의 정상(頂上)에 와서 대기 중의 전위경도(電位傾度)가 커졌을 때에 일어나기 쉽고, 방전할 때에는 보통 작은 소리를 낸다. 산봉우리 등 물체의 뾰족한 끝에 세인트엘모의 불이 보이면 번개에 의한 강한 전기장이 걸려 있다는 증거이다.

**운간 방전 (Intercloud discharge) :** 뇌운(雷雲)과 뇌운 사이에서 일어나거나 하나의 뇌운에서 일어나는 전광(電光)을 가리킨다. 이때 전광 그 자체는 낙뢰 때의 전광과 거의 비슷하지만 자세히 조사해 보면 전격은 1회에서 끝나고 낙뢰 때에 볼 수 있는 귀환뇌격(歸還雷擊)에 해당하는 것이 없다. 그러므로 방전에 의해서 운반되는 전기량도 낙뢰에 비해서 훨씬 적다. 방전경로의 길이는 1 km에서부터 긴 것은 10 km에 달한다.

**연간뇌우일수(IKL, Isokeraunic level) :** 일정한 지역에서 천둥소리를 듣거나 번개를 눈으로 확인한 일수를 1년간 합계한 일 수

**연속뇌격 :** 연속전류를 동반하는 뇌격으로 뜨거운 번개(hot lightning)라고도 한다.

**연속전류 :** 뇌격과 뇌격사이의 시간간격은 보통 40msec 정도이나 복귀뇌격(resturn stroke)이 있는 뒤 방전로에 잔광이 계속되어 그 사이 방전전류가 계속해서 흐르는 경우가 있는데, 이것을 연속전류라고 한다. 연속전류는 일반적인 뇌격 간격보다 오래 지속될 때가 있어서 때로는 300msec에 이른다.

**열뢰(熱雷) :** 심한 열적 상승기류에 의해서 상공으로 운반된 수증기로 이루어진 뇌운이다. 화산의 분출에 동반된 화산뢰(火山雷)나 여름철 오후 내륙 지방에 나타나는 천둥이 이 성질의 것이다.

**와뢰(渦雷) :** 저기압이나 태풍중심 부근에서 상승기류가 왕성한 곳에 나타난다.

**유도뢰(Induced overvoltages due to nearby strokes) :** 근처 수목과 건축물에 낙뢰가 떨어진 경우 뇌 방전로를 따라 흐르는 전류에 의하여 선로근처 전자계가 급변하여 생기는 과전압.

**적란운(Cumulonimbus) :**

10종 기본 운형(雲形)의 하나로, 수직으로 발달한 커다란 구름. 썩은 비구름이라고도 한다. 모양은 적운(積雲)과 비슷하지만, 수직으로 현저히 발달한

구름덩이가 산이나 탑 모양을 이룬다. 구름의 상부는 빙정(氷晶)으로 이루어져 섬유 모양의 구조로 되어 있으며, 하부는 난층운(亂層雲)과 비슷하다. 구름 속에는 전하(電荷)가 집적(集積)되어 있어, 운간방전(雲間放電)이나 대지방전(對地放電:낙뢰)이 일어나기도 하고, 심한 소나기나 우박이 오기도 하므로 뇌운(雷雲)이라고도 한다. 여름철에 잘 발달하지만 겨울철에도 전선을 따라서 생성된다.

**전선뇌우** : 한랭전선에 잘 동반되는 것으로 따뜻한 기류가 찬 기류의 경계면을 따라 밀려 올라갈 때 나타난다.

**정극성 낙뢰** : 구름밑면이 양전하(+)를 띠고, 대지가 음전하(-)로 대전되었을 때 발생하며 낙뢰의 10%이하가 여기에 속한다. 그러나 정극성 낙뢰의 경우, 평균 뇌격전류가 75kA 정도로 높아 상대적으로 낙뢰의 피해가능성은 적지만(10%미만) 일단 피해를 입게되면 부극성 낙뢰보다 배 이상의 피해를 입게된다.

**천둥(Thunder)** : 번개현상이 있을 때 발생하는 소리를 말한다. 낙뢰가 흐르는 통로의 공기는 30,000℃라고 하는 고온이므로, 이 통로주변의 공기는 초음속으로 팽창하게 되고 이로 인해 발생하는 충격파가 천둥이다. 천둥 그 자체는 0.5초 이하의 단시간의 현상이지만 방전로의 길이가 2~14km에 이르고 있으므로 사람의 귀까지 도달시간 차이 때문에 소리가 길게 끌리면서 들린다. 천둥이 들리는 범위는 30km 정도이다. 빛의 속도는 초당 30만km이고, 소리의 속도는 초당 340m정도로, 빛이 소리보다 훨씬 빠르기 때문에 번갯불을 본 다음 천둥소리를 듣게된다. 따라서 번갯불과 천둥소리 사이의 시간간격이 짧을수록 번개는 가까운 곳에서 치는 것이므로 조심해야한다.

**천둥번개(Thunder and lightning)** : 뇌우에 동반되어 번개와 천둥이 함께 나타나는 경우를 말한다.

**피뢰침** : 낙뢰(落雷)에 의한 충격전류를 대지(大地)로 안전하게 유도함으로써 낙뢰로 인하여 생기는 건물의 화재, 파손 및 인축(人畜)에 대한 상해를 방지할 목적으로 설치하는 장치.

**화살형 선도(Dart leader)** : 제2 및 그 이후에 나타나는 선도뇌격은 제1 선도뇌격이 이미 만들어놓은 방전로를 따라 약 40m의 가늘고 긴 발광부가 하강하는 방전으로 관측되어 화살형 선도(Dart leader)라고 불린다. 제 1 뇌격 후 계단형이 되지 않고 연속적으로 리더가 내려오는 경우이다.

## Ⅱ. 分 析

### 1. 落雷分析方法

낙뢰위치 표정장치(LLP)를 이용해 우리나라 및 주변 지역에서 관측된 2001년도 낙뢰관측자료를 아래와 같은 방법으로 분석하였다.

- 낙뢰자료의 분석영역은 탐측범위를 고려해 32~40° N, 124~132° E로 한정했으며 또한 분석영역을 위도와 경도 각각 0.5° 격자로 분석하였다.
- 일정거리를 감안하여 8개 주요도시(서울, 강릉, 원주, 대전, 대구, 광주, 부산, 제주)를 선택하여 낙뢰관측자료를 분석하였다.

서울	: 37.40~37.70° N,	126.80~127.20° E
강릉	: 37.70~37.80° N,	128.80~129.00° E
원주	: 37.30~37.40° N,	127.90~128.00° E
대전	: 36.20~36.47° N,	127.25~127.55° E
대구	: 35.79~36.00° N,	128.50~128.75° E
광주	: 35.06~35.25° N,	126.66~127.00° E
부산	: 35.00~35.25° N,	128.83~129.13° E
제주	: 33.38~33.55° N,	126.41~126.65° E

- 낙뢰자료의 지역별 특성을 알아보기 위해 분석영역을 광역예보구역으로 나누었다. 육지는 경기도·강원도·충청남북도·전라남북도·경상남북도의 5개 구역으로 나누었고, 해상은 서해중부해상·서해남부해상·남해상·동해남부해상·동해중부해상의 5개 구역으로 나누어 분석하였다. 낙뢰관측자료를 그래프로 표시할 때, 그래프 편집상 약어를 사용하여 서해중부해상은 서중, 서해남부해상은 서남, 동해남부해상은 동남, 동해중부해상은 동중 으로 표시하였다.
- 낙뢰관측자료를 이용해 연간(2001년), 계절별(봄 : 2001. 3~2001. 5, 여름 : 2001. 6~2001. 8, 가을 : 2001. 9~2001. 11, 겨울 : 2001. 12~2002. 2), 월별(2001. 1~12)로 나누어 낙뢰발생 일수 및 횟수, 시계열(24시간), 극성율(정극성, 부극성), 낙뢰강도(정극성, 부극성)를 분석하였다.
- 낙뢰발생 횟수와 일수 분포는 등치선으로 나타냈으며 구체적인 수치들은 각 격자점 블록에 기입하여 정리하였다.
- 낙뢰 발생의 시계열, 극성율, 낙뢰강도는 그래프를 이용해 분석하였으며 구체적인 수치들은 표(부록 A)로 정리하였다.
- 과거 6년간 평균낙뢰 발생빈도 분포 및 극성율 분포는 부록 B에 나타냈다.
- 낙뢰발생빈도를 그래프로 표시할 때 주요도시(8개소)는 횟수로 표시한 반면, 광역 예보구역(육상: 5개 구역, 해상: 5개 구역)은 퍼센트(%)로 나타내었다.
- 낙뢰위치분석기(APA: Advanced Position Analyzer)에 의해 분석된 낙뢰관측자료의 형태는 다음과 같다.

4/01/99	10:14:02.000	36.547	129.371	+	8.0
↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑	↑	↑	↑	↑
월/일/년	시:분:초	위도	경도	극성	강도

○ 낙뢰강도(단위: Kiloampere(kA), +는 정극성, -는 부극성)의 등급은 다음과 같이 분류하였다(표 1).

표 1. 낙뢰강도의 등급 분류표

등급	낙뢰강도(kA)	등급	낙뢰강도(kA)
0	-1.6~1.6		
1	1.6~2.5	-1	-2.5~-1.6
2	2.5~4.0	-2	-4.0~-2.5
3	4.0~6.3	-3	-6.3~-4.0
4	6.3~10.0	-4	-10.0~-6.3
5	10.0~15.8	-5	-15.8~-10.0
6	15.8~25.0	-6	-25.0~-15.8
7	25.0~39.8	-7	-39.8~-25.0
8	39.8~63.1	-8	-63.1~-39.8
9	63.1~100.0	-9	-100.0~-63.1
10	100.0~158.5	-10	-158.5~-100.0
11	158.5~251.2	-11	-251.2~-158.5
12	251.2~398.1	-12	-398.1~-251.2
13	398.1~630.9	-13	-630.9~-398.1
14	630.9~1000.0	-14	-1000.0~-630.9
15	1000.0 이상	-15	-1000.0 이하

## 2. 落雷發生 現況分析

### 가. 월별 낙뢰발생횟수 및 일수분포

#### 1) 1월의 낙뢰발생횟수 및 일수분포

낙뢰발생횟수는 서해안과 충남지방에서 1~3회 정도의 발생빈도를 보이고 있으며, 그 이외의 지방에서는 거의 관측이 되고 있지 않고 있다. 한편 낙뢰발생일수 분포를 보면 발생횟수분포와 비슷한 경향을 보이고 있으며 발생일수는 1~2일 정도를 나타내고 있다(그림 1(a)~(b)).

#### 2) 2월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

평년과는 달리 동해중부해상과 서해남부해상 및 남해상에서 18~26회 정도의 횟수빈도를 보이고 있으며, 내륙지방에서는 경기북부와 전북 내륙 및 경상남도 일원에서 2~5회 정도 낙뢰가 발생하고 있다. 한편 낙뢰 발생일수 빈도를 보면 서해남부 및 남해 먼바다와 동해안에서 1~2일 정도를 보이고 있고, 내륙지방에서는 경기도 및 전라도, 경상남도 일원에서 1~2일 정도를 보이고 있다(그림 2(a)~(b)).

#### 3) 3월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

작년과는 달리 금년에는 남해해상과 동해 해상에서 높은 빈도분포를 보이고 있으며, 내륙지방에서는 충청북도와 경상남북도 지역에서 발생빈도를 보이고 있다. 발생횟수를 보면 동해상은 40~70회, 남해해상은 4~12회를 보이고 있으며, 내륙지방에서는 1~3회 정도의 빈도를 보이고 있다. 한편 발생일수 빈도를 보면 발생횟수와 비슷한 분포를 보이고 있으며, 일수 분포는 동해상 및 남해 해상에서 3~5일, 내륙지방에서는 1~2일 정도의 빈도분포를 보이고 있음을 알 수 있다(그림 3(a)~(b)).

#### 4) 4월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

데이터 누락으로 계절 및 각종 데이터 분석에서 4월의 데이터는 제외하고 분석되었음.

#### 5) 5월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

낙뢰발생횟수분포는 내륙지방에서는 강원북부 및 경기, 강원도 일원에서 높은 발생빈도를 보이고 있다. 해상에서는 서해중부 및 동해중부해상에서 높은 발생빈도를 보이고 있으며, 경상도 및 전라도 일원에서는 거의 낙뢰가 발생하고 있지 않음을 알 수 있다. 발생횟수빈도는 강원북부지방에서 150~200회의 빈도를 보이고 있으며 동해해상 및 서해중부해상에서는 10~30회의 발생 빈도를 보이고 있다. 그 밖의 지방에서는 1~2회 정도로 비교적 낮은 발생빈도를 보이고 있다. 한편 낙뢰 발생일수 빈도 분포를 보면 발생횟수 빈도 분포와 비슷한 분포경향을 보이고 있다. 강원북부 및 황해도 일원에서는 3~7일의 빈도를 보이고 있고, 남부 내륙지방에서는 1~2일을 보이고 있으며, 서해중부 및 동해중부해상에서는 3~4일의 발생 빈도를 보이고 있다. 서해남부 및 동해남부, 남해 해상에서는 1~2일의 빈도를 보이고 있다(그림 4(a)~(b)).

#### 6) 6월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

낙뢰발생 횟수 빈도 분포를 보면 내륙지방에서는 강원도 동부해안 및 전라남도, 경상남도 일원에서 높은 빈도분포를 보이고 있으며, 해상에서는 서해남부해상 및 남해, 동해남부 해상에서 높은 발생빈도 분포를 보이고 있다. 내륙, 해상을 통틀어 가장 높은 발생빈도분포를 보이는 장소는 강원도 중부 지방으로 400회 이상의 발생빈도를 보이고 있다. 서해남부해상은 200~300회의 발생빈도로 비교적 높은 발생빈도 분포를 보이고 있으며, 그 밖의 해상에서는 100회 전후의 발생빈도를 보이고 있다. 내륙지방의 경상북도 지방과 해상의 동해중부해상에서는 30회 이하의 발생빈도로서 가장 낮은 발생빈도 분포를 보이고 있다. 낙뢰발생 일수분포를 보면 발생 횟수 빈도 분포와는 다르게 충청북도 및 전남 및 경남 그리고 남해 해상에서 비교적 높은 5~7일의 낙뢰 발생분포를 보이고 있다. 전반적으로 내륙지방에서는 4~7일의 발생일수 분포를 보이고, 해상에서는 동해남부 해상에서 비교적 높은 7~12일의 발생일수 빈도 분포를 보이고 있다. 그 밖의 해상에서는 5~7일의 낙뢰발생일수 분포를 보이고 있음을 알 수 있다(그림 5(a)~(b)).

## 7) 7월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

낙뢰발생일수 분포를 보면 내륙 해양을 통틀어 서해 중부해상에서 22일로 가장 높은 발생일수 빈도 분포를 보이고 있고 동해중부 해상에서는 1~4일로 육지와 해상을 통틀어 가장 낮은 낙뢰일수 빈도 분포를 보이고 있다. 내륙지방에서는 전라남도지방에서 17~20일로 비교적 높은 발생빈도 분포를 보이고 있고, 충청도, 경기도, 경상도 일원에서는 13~15일의 발생일수 빈도 분포를 보이고 있다. 해상은 서해중부해상에서 17~20일, 동해남부 해상에서 17~19일의 발생으로 비교적 높은 빈도를 보이고 있고, 동해중부해상에서는 1~4일의 발생일수를 기록하여 비교적 낮은 발생일수 빈도분포를 보이고 있다. 발생횟수 빈도 분포를 보면 발생일수 빈도 분포와는 달리 경상남도 내륙지방에서 3,600회를 기록하고 있어 가장 높은 발생횟수를 보이고 있다. 다음으로 서해해상에서 2,000회 정도를 나타내고 있어 비교적 높은 발생 빈도 분포를 보이고 있다. 내륙지방에서는 경기도 일원에서 비교적 높은 발생 빈도 분포를 보이고 있다. 한편 동해중부 해상에서는 10회 미만으로 가장 낮은 발생횟수 빈도 분포를 보이고 있다 (그림 6(a)~(b)).

## 8) 8월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

1년 중 가장 낙뢰 발생비율이 높은 시기로서 낙뢰발생일수 분포를 보면 제주도 일원 해상에서 15~18일로 가장 높은 발생일수 분포를 보이고 있고, 서해해상 및 강원 북부, 경상남도 지방 및 동해남부 해상에서 12~14일의 발생일수 빈도분포로서 비교적 높은 발생일수 빈도 분포를 보이고 있다. 그 밖의 지방에서는 7~12일의 빈도 분포를 보이고 있다. 내륙지방에서 가장 낮은 빈도를 보이고 있는 지방은 경기서해안 지방으로 6~7일의 빈도를 보이고 있으며, 해상에서는 서해남부해상에서 6~7일의 빈도를 보이고 있다. 한편 낙뢰 발생횟수 빈도 분포를 보면 남해해상과 서해 해상에서 2,500회로 가장 높은 발생빈도 분포를 보이고 있다. 또한 내륙지방에서는 경상북도 대구 부근에서 1,800회로 가장 높은 발생빈도를 보이고 있고, 다음으로 충청남도내륙지방에서 1,300회로 높은 발생빈도를 보이고 있다. 동해 해상에서도 1,400회로 높은 발생빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 한편 내륙지방에서 가장 낮은 발생횟수를 보이고 있는 지방은 강원도 남부 지방으로서 130회의 빈도를 보이고 있고, 해상에서는 동해남부 해상에서 150회로 낮은 빈도 분포를 보이고 있다(그림 7(a)~(b)).

### 9) 9월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

낙뢰발생일수 분포를 보면 내륙지방은 경상북도내륙 및 강원도 중북부 지방에서 4~6일로 비교적 높은 발생빈도를 보이고 있고, 해상에서는 동해남부에서 7~9일로 가장 높은 발생빈도를 보이고 있고 다음으로 남해해상과 서해 해상에서 높은 발생빈도를 보이고 있다. 그 밖에는 전반적으로 2~4일정도의 발생 빈도를 보이고 있다. 한편 낙뢰 발생 횟수 빈도분포를 보면 강원 동부지방에서 243회로 가장 높은 발생 횟수를 보이고 있다. 해상에서는 남해 동부해상에서 70~10회의 발생빈도를 보이고 있고 서해 해상에서는 150회로 비교적 높은 발생 빈도를 보이고 있다. 내륙지방에서 낮은 발생빈도를 보이고 있는 지역은 충청남도과 전라도 및 경상남도로서 5~9회를 보이고 있으며, 해상에서는 서해 남부해상에서 1~2회로 가장 낮은 빈도분포를 보이고 있다(그림 8(a)~(b)).

### 10) 10월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

평년과는 달리 내륙지방에 2~5일의 낙뢰발생을 보이고 있다. 내륙지방에서 가장 높은 발생빈도를 보이고 있는 지방은 충청북도 지방으로 3~5일의 낙뢰 발생빈도를 보이고 있다. 해상에서는 내륙지방보다 약간 높은 발생 빈도로 낙뢰가 발생하고 있는경향을 보이고 있으며 특히 동해 중부 해상에서는 6~8일로 가장 높은 발생 빈도를 보이고 있다. 다음으로 서해 중부 해상에서 5~6일로 발생빈도를 보이고 있으며 그 밖의 해상에서는 1~3일의 낙뢰 발생빈도를 보이고 있다. 낙뢰발생 횟수 분포를 보면 충남 서해안 지방에서 200회의 발생빈도로 내륙해양을 통틀어 가장 높은 발생 빈도 분포를 보이고 있다. 다음으로 전남해안지방과 서해 중부 해상에서 100회의 발생빈도로 비교적 높은 발생빈도 분포를 보이고 있다. 동해중부 해상에서도 70~80회의 낙뢰 발생빈도를 보이고 있어 높은 발생빈도를 보이고 있다. 한편 내륙지방에서 가장 낮은 발생빈도를 보이고 있는 지방은 경기북동부 및 포항일원으로 나타나고 있으며, 해상에서는 동해남부 해상에서 낮은 빈도를 보이고 있다(그림 9(a)~(b)).

### 11) 11월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

내륙지방에서는 낙뢰가 거의 관측이 되지 않고 있으나 경기도 일원에서 1일의 발생일수를 보이고 있으며, 해상은 동해중부해상에서 8일로 가장

높은 발생빈도를 보이고 있다. 다음으로 동해남부 및 남해해상에서 4~5일 낙뢰발생일수를 보이고 있어 비교적 높은 발생 빈도를 보이고 있으나 그 밖의 해상에서는 1~2일정도 낙뢰가 발생되고 있다. 한편 낙뢰 발생 횟수 빈도를 보면 동해 해상에서 40회로 가장 높은 발생 빈도를 보이고 있고 동해 남부 및 서해 남부 해상에서도 비교적 높은 낙뢰발생 횟수 빈도분포를 보이고 있다(그림 10(a)~(b)).

## 12) 12월의 낙뢰발생횟수 및 일수 분포

겨울철에는 여름에 비해 발생빈도가 낮다. 금년에도 내륙지방에서는 1일 정도의 낙뢰발생일수를 보이고 있으나, 해상에서는 동해해상에서는 4~5일, 남해해상에서는 3~4일정도로 비교적 높은 발생일수빈도를 보이고 있고 그 밖의 해상에서는 1일 정도의 발생일수 빈도를 보이고 있다. 한편 낙뢰 발생 횟수 빈도를 보면 내륙지방에서는 서해안 일원에서 17회로 가장 높고, 해상에서는 동해남부 및 남해면바다에서 10~15회 발생횟수로서 비교적 높은 발생빈도 분포를 보이고 있다(그림 11(a)~(b)).

## 나. 계절별 낙뢰발생횟수 및 일수분포

### 1) 춘계(2001년 3~5월)낙뢰발생횟수 및 일수분포도

춘계의 낙뢰 발생일수 분포를 보면 내륙지방에서는 3~7일의 빈도 분포를 보이고있으며, 강원도 북부지방에서 비교적 높은 빈도분포를 보이고 있는데 반해 경상남도 및 충청남도를 포함하는 중부지방에서는 0~1일 정도의 낮은 빈도를 보이고 있다. 한편 해상에서는 동해중부해상에서 5~8일로 비교적 높은 빈도를 보이고 있으며, 그 이외의 해상에서는 평균값을 보이고 있음을 알 수 있다. 발생횟수 빈도분포를 보면 낙뢰 일수 분포와 비슷한 경향을 보이고 있어 강원 북부 지방에서 200회 전후의 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 중부 및 남부지방에서는 10회 미만의 발생빈도를 보이고 있다. 해상에서의 발생 횟수빈도를 보면 동해중부 및 서해중부 해상에서 30~50회의 빈도로 비교적 높은 발생횟수를 보이고 있음을 알 수 있다(그림 12(a)~(b)).

## 2) 하계(2001년 6~8월)낙뢰발생횟수 및 일수분포도

낙뢰발생의 대부분이 여름철에 발생하고 있으므로 여름철의 낙뢰발생분포가 전체를 대표한다고 볼 수 있다. 금년에 발생한 낙뢰발생빈도분포도를 보면 내륙지역에서는 20~30일의 발생일수를 보이고 있으나 경상남도 지방과 전라남도지방에서 발생한 낙뢰 일수는 30~36일의 빈도를 보이고 있어 비교적 높은 발생빈도를 보이고 있음을 알 수 있었다. 내륙지방에서 비교적 낮은 낙뢰발생일수 빈도를 보이는 곳은 강원남부와 경상북도 동부 지방에서 발생하고 있음을 알 수 있다. 해상에서의 발생 일수 빈도를 보면 서해남부 해상과 남해 해상에서 35~40일 전후의 발생빈도로 비교적 높은 발생 일수 빈도를 보이고 있다. 동해중부해상에서 발생한 낙뢰 일수 빈도를 보면 15일 미만으로서 내륙과 해상 지방을 통해 가장 낮은 발생일수 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 한편 낙뢰 발생 횟수 빈도 빈도를 보면 발생일수 빈도와 비슷한 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 내륙지방에서 가장 높은 발생횟수를 보이고 있는 지역은 경상남도 내륙 및 해안 지방으로서 4,000~5,000회의 발생빈도를 보이고 있다. 다음으로 발생빈도가 높은 지역은 경기도 서해안으로 2,000회 전후의 발생빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 내륙지방에서 가장 낮은 발생빈도를 보이고 있는 지역은 포항 및 영덕 부근으로서 400~500회 전후의 발생 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 한편 해상에서는 서해중부해상과 남해해상에서 발생된 낙뢰 발생횟수빈도는 2,000회 전후로서 비교적 높은 낙뢰 발생 빈도 분포를 보이고 있다. 해상에서 가장 낮은 발생빈도를 보이고 있는 영역은 동해중부 해상으로서 500회 미만의 발생빈도로서 해상에서 가장 낮은 발생빈도를 보이고 있음을 알 수 있다(그림 13(a)~(b)).

## 3) 추계(2001년 9~11월)낙뢰발생횟수 및 일수분포도

가을철의 낙뢰발생빈도분포를 보면 내륙지방보다 해양에서 높은 빈도 분포를 보이고 있음을 알 수 있다. 특히 동해 해상에서는 14일 전후의 발생일수로서 내륙과 해상을 통틀어 가장 높은 발생 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 내륙지방에서 발생된 평균 낙뢰 일수는 5~6일을 보이고 있으며 경상북도 내륙지방에서 7~8일의 낙뢰 발생일수를 나타내고 있어 비교적 높은 발생빈도를 보이고 있다. 한편 해상에서의 평균 낙뢰일수는 내륙지방보다 높은 9~10일 정도를 보이고 있다. 남해해상에서 발생된 낙뢰

일수의 빈도를 보면 10~13일로 비교적 높은 발생빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 서해남부해상에서 발생한 낙뢰 일수는 2~3일로서 내륙지방과 해상을 통틀어 가장 낮은 발생빈도를 나타내고 있음을 알 수 있다. 발생횟수 빈도분포는 낙뢰발생 일수빈도와는 달리 내륙지방에서 높은 발생횟수 빈도를 보이고 있다. 내륙지방의 경우 강원도 중부 동해안에 264회로서 가장 높은 발생빈도를 보이고 있다. 다음으로 충남서해안에서 213회, 전라남도 해안지방에서 70회로 비교적 높은 발생빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 그 이외의 지역에서는 60회 이하의 빈도를 보이고 있으며 특히 경상도 내륙지역에서는 30회 미만으로서 가장 낮은 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 한편 해상에서의 빈도를 보면 서해 중부 해상에서 150회, 동해 남부 해상에서 70~80회로 비교적 높은 빈도를 보이고 있으며, 이외의 해상에서는 40회 미만으로 비교적 낮은 빈도 분포를 보이고 있음을 알 수 있다(그림 14(a)~(b)).

#### 4) 동계(2001년 12월~2002년 2월)낙뢰발생횟수 및 일수분포도

2002년 1월 및 2월의 데이터 누락으로 동계낙뢰 분석에서 제외시켰음.

#### 다. 연간(2001년 1~12월)낙뢰발생횟수 및 일수분포

내륙지방에서의 낙뢰발생일수분포를 보면 전반적으로 30~40일의 빈도분포를 보이고 있으나, 전라남도 내륙지방에서는 47~50일의 빈도를 보이고 있어 작년에 이어 내륙지방에서 가장 높은 발생 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 경상남도 내륙지방에서는 30일미만의 낙뢰 발생일수 보이고 있어 내륙지방에서 가장 낮은 낙뢰 발생일수를 보이고 있다. 한편 해상에서 발생한 낙뢰 발생일수 빈도분포를 보면 전반적으로 내륙지방보다 높은 발생일수빈도를 보이고 있다. 평균적으로 40~50일의 낙뢰 발생일수 빈도를 보이고 있으며, 가장 높은 낙뢰 발생빈도를 보이고 있는 영역은 남해해상 및 서해 중부 해상에서 50일 이상의 낙뢰 발생을 보이고 있어 흥미롭다. 동해중부해상과 서해남부해상에서 발생한 낙뢰발생일수를 보면 20~30일의 발생일수 빈도를 보이고 있어 비교적 낮은 발생빈도를 보이고 있다. 한편 낙뢰 발생횟수 빈도분포를 보면 내륙과 해상을 통틀어 경상남도 내륙 지방에서 5,000회의 발생 빈도로서 가장 높은 발생횟수 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 다음으로

충청북도 내륙지방에서 3,000회의 낙뢰 발생횟수 빈도를 보이고 있어 비교적 높은 발생 빈도 분포를 보이고 있다. 경상남도 동해안지방에서는 500~800회의 낙뢰 발생횟수 빈도분포를 보이고 있어 내륙지방에서 가장 낮은 발생횟수 빈도를 보이고 있다(그림15(a)~(b)).

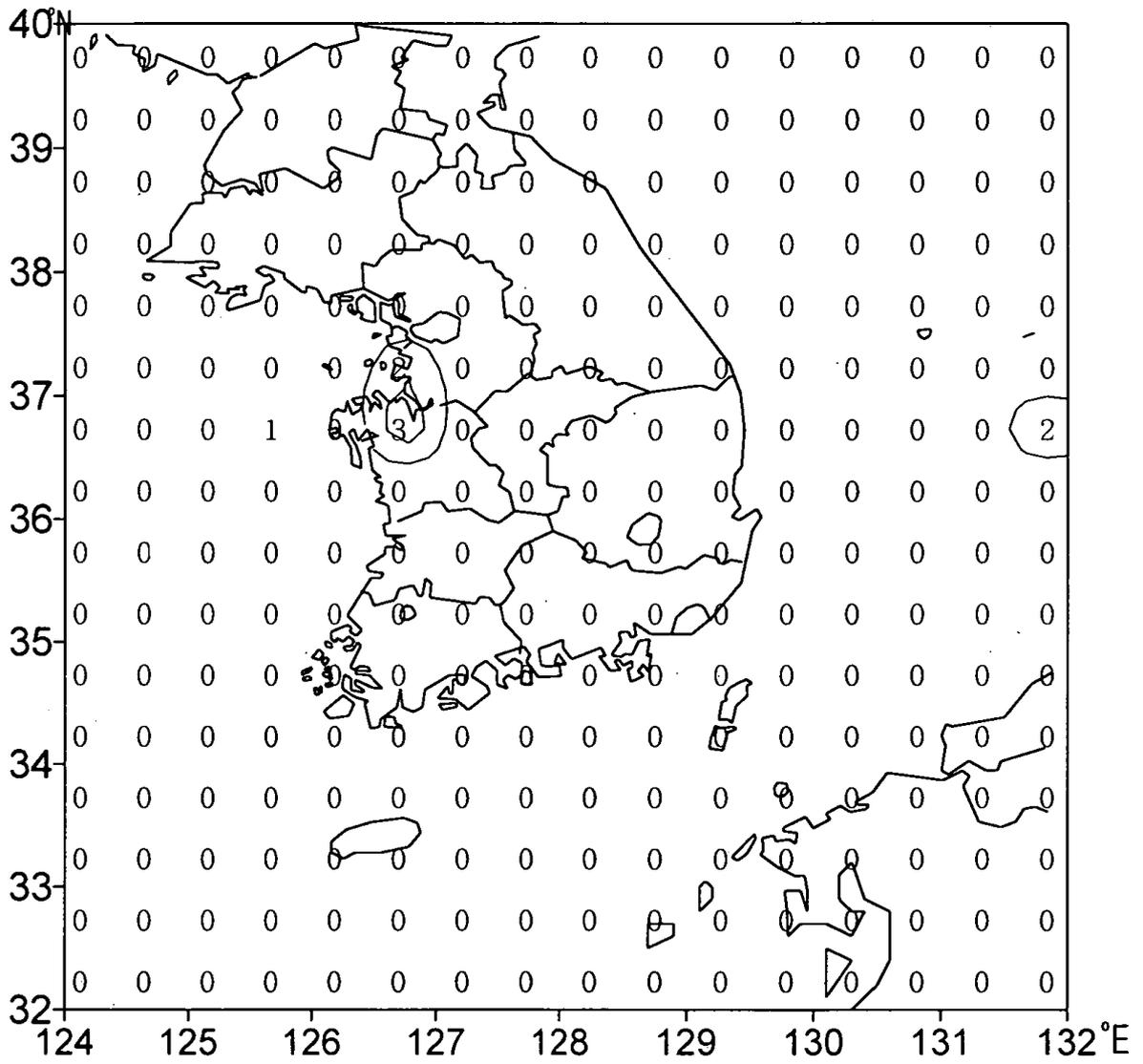


그림 1(a). 1월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

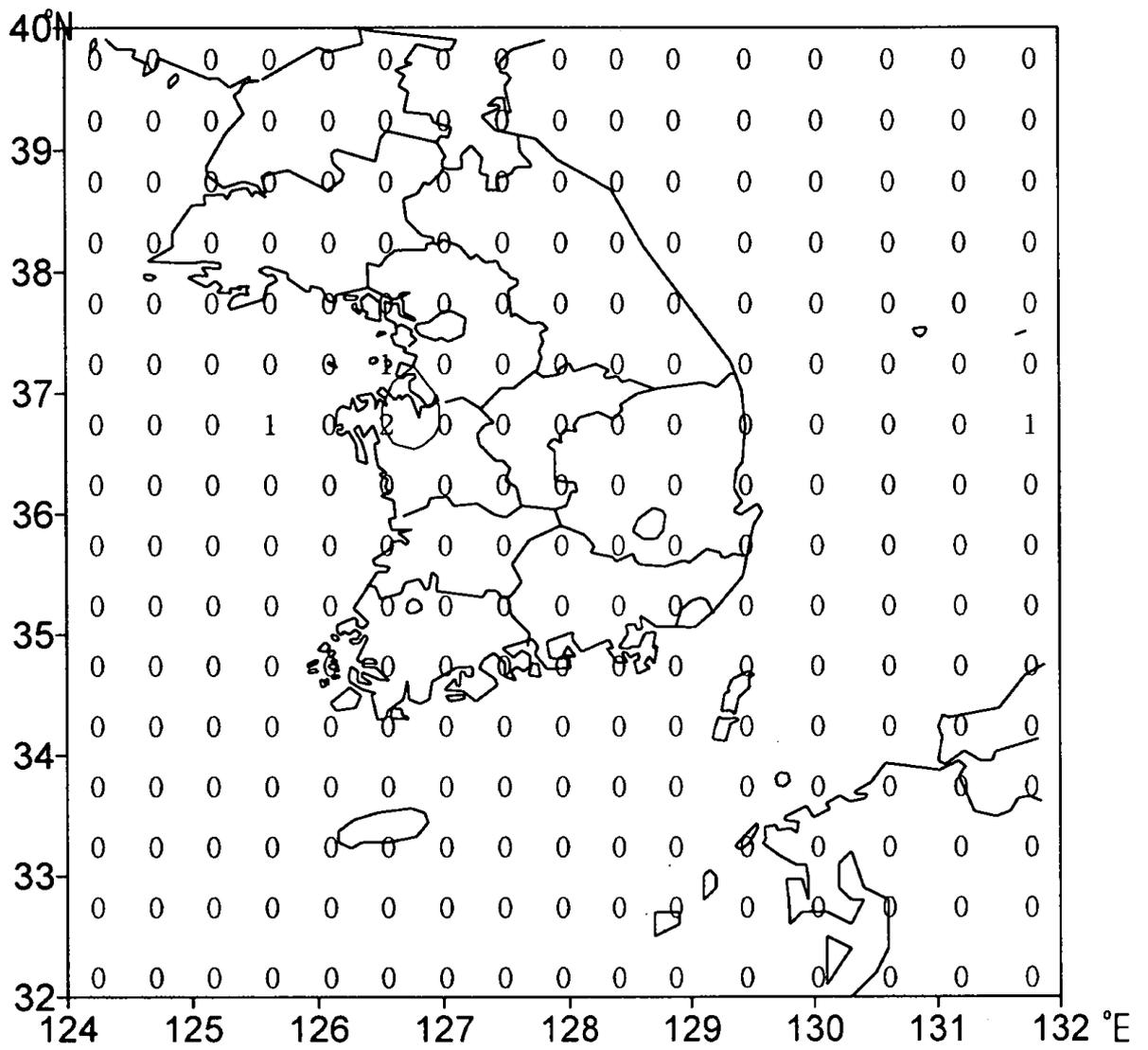


그림1(b). 1월의 낙뢰 발생 일수 분포도

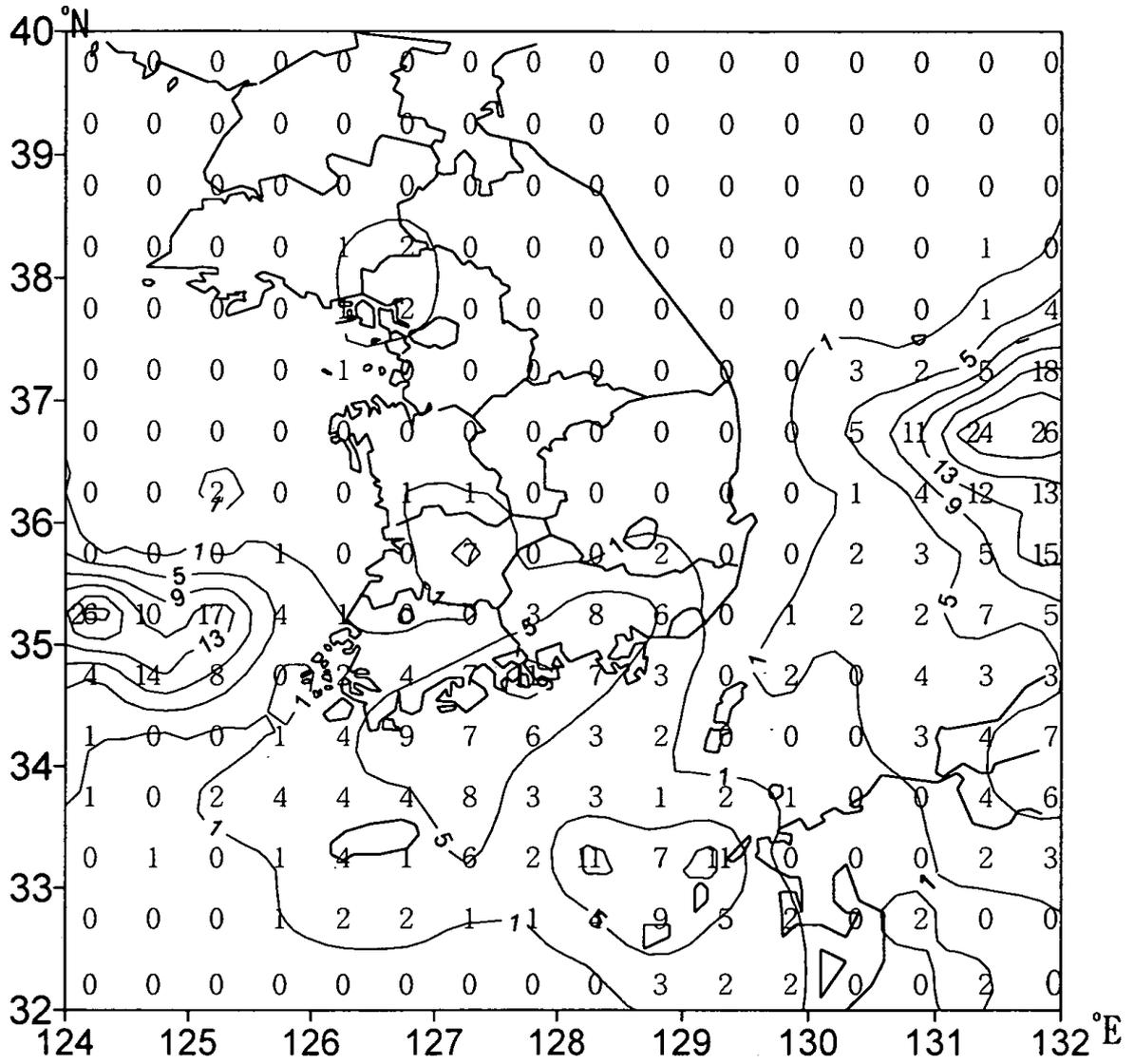


그림 2(a). 2월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

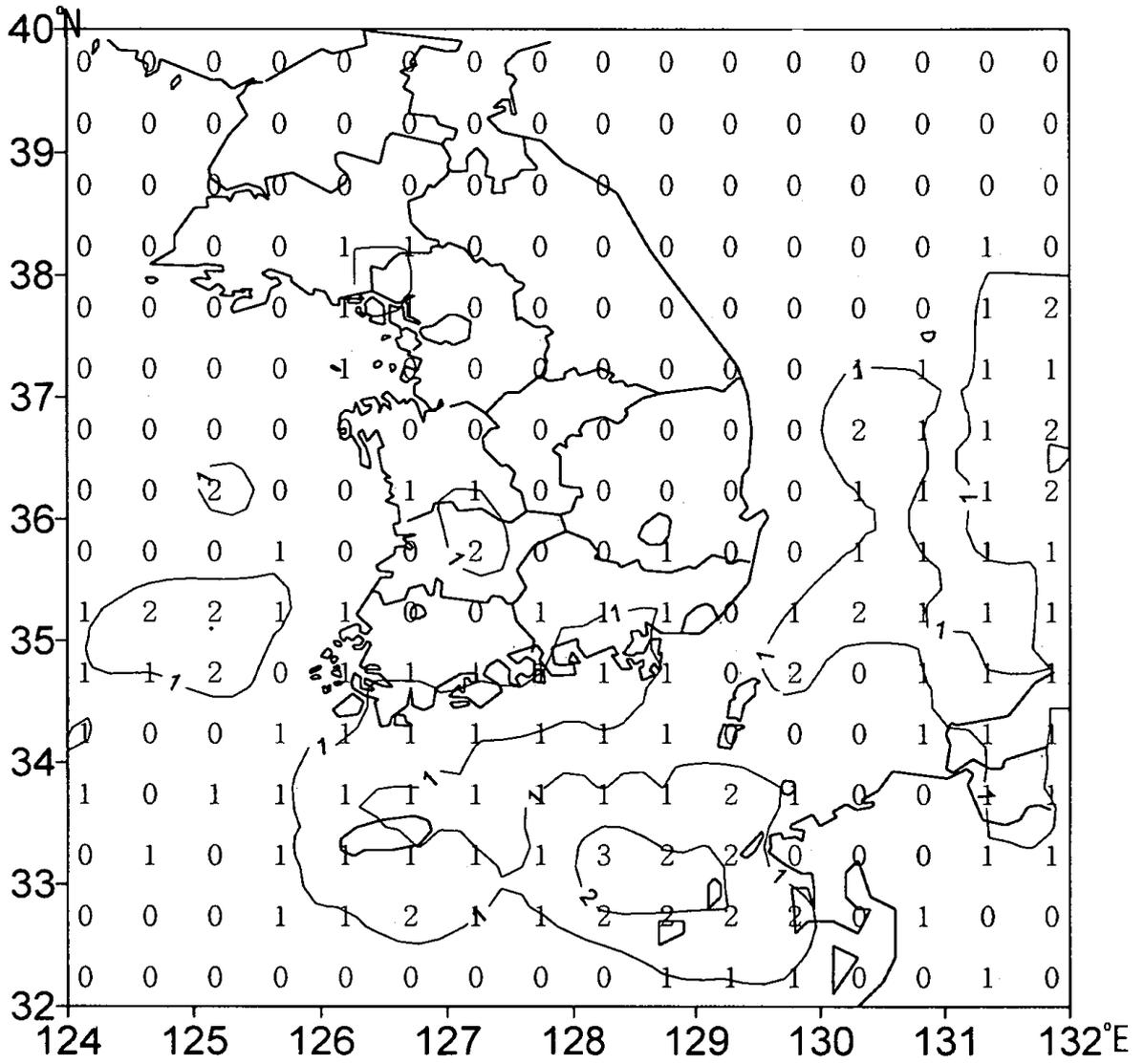


그림 2(b). 2월의 낙뢰 발생 일수 분포도

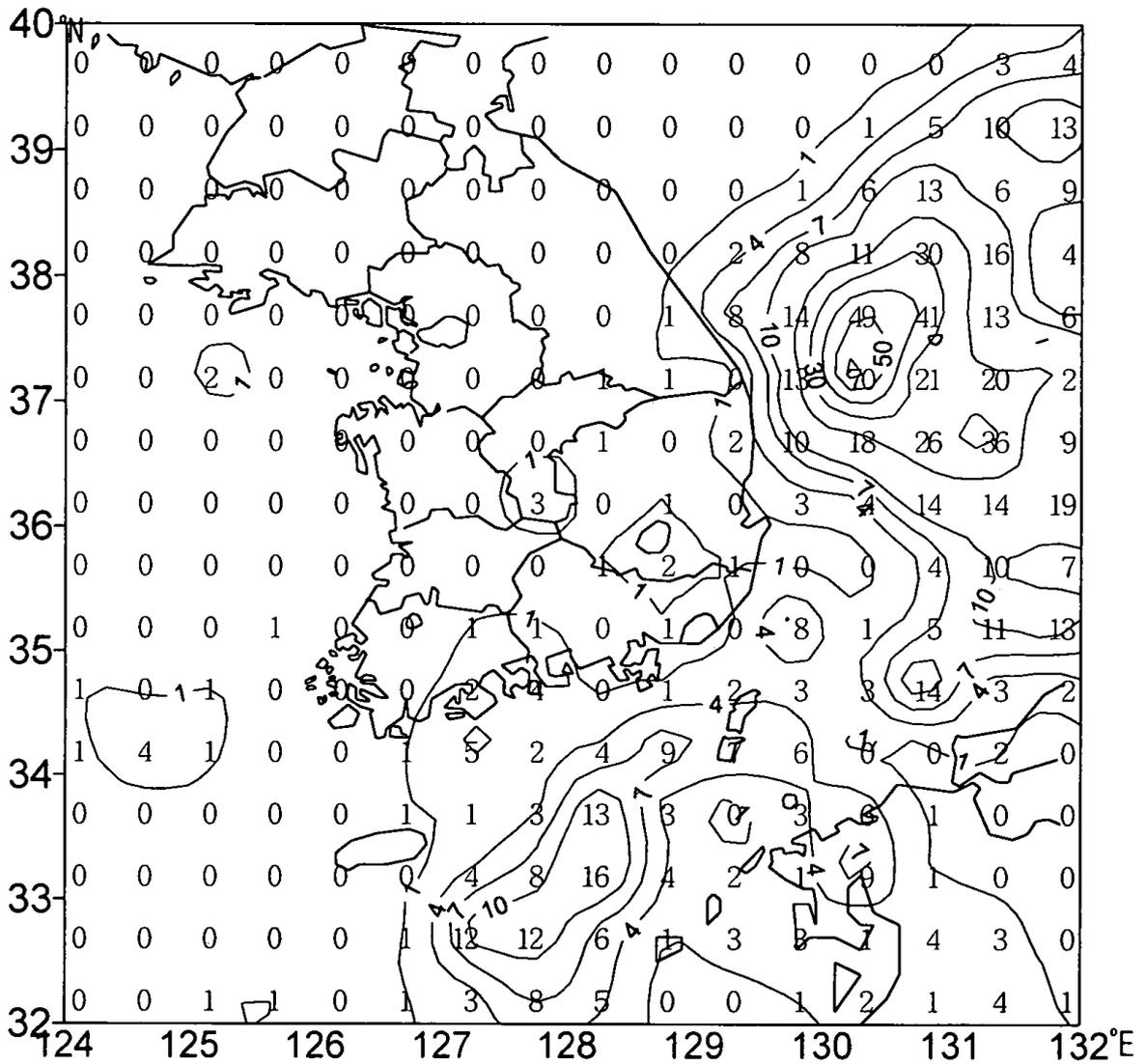


그림 3(a). 3월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

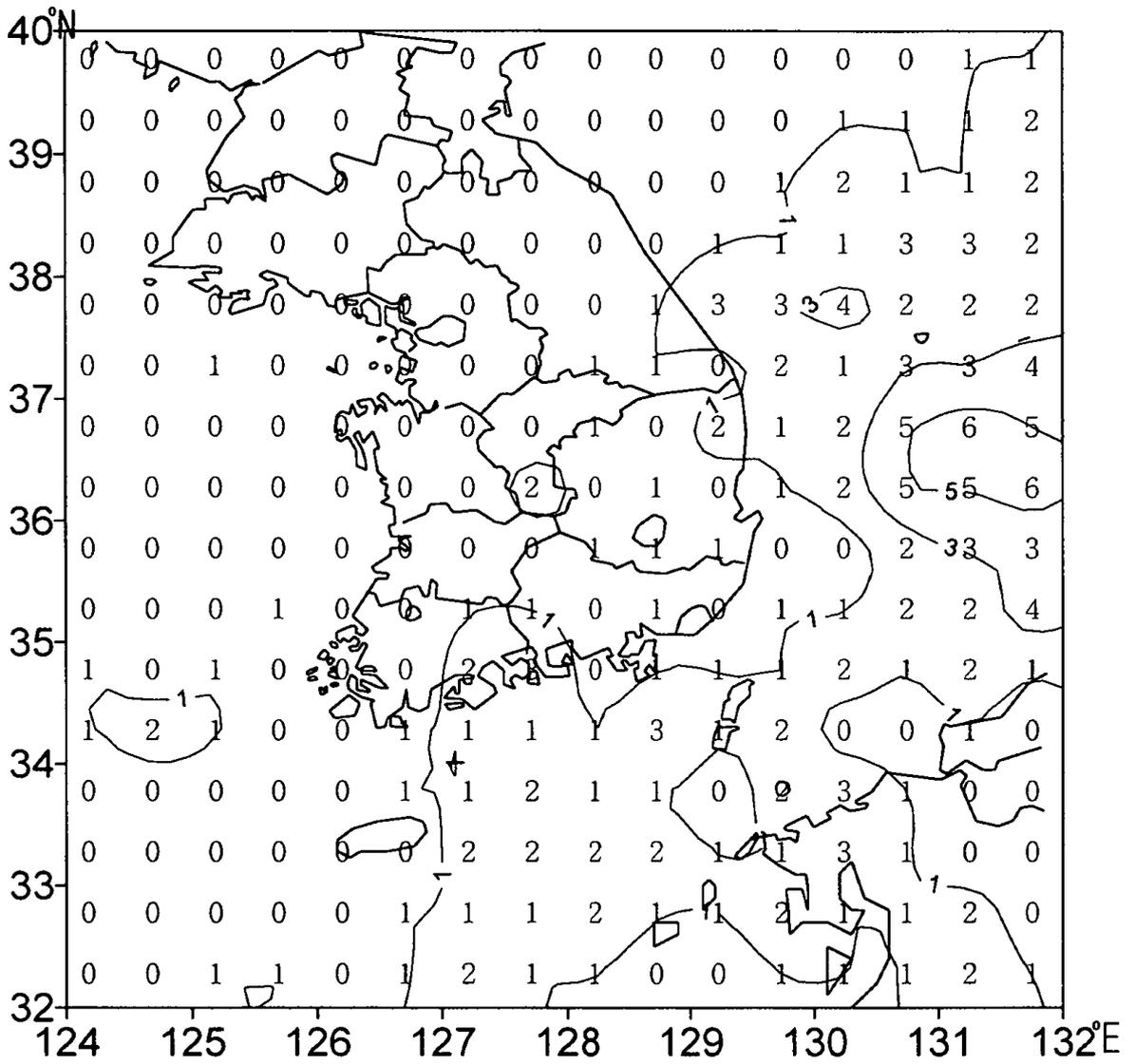


그림 3(b). 3월의 낙뢰 발생 일수 분포도

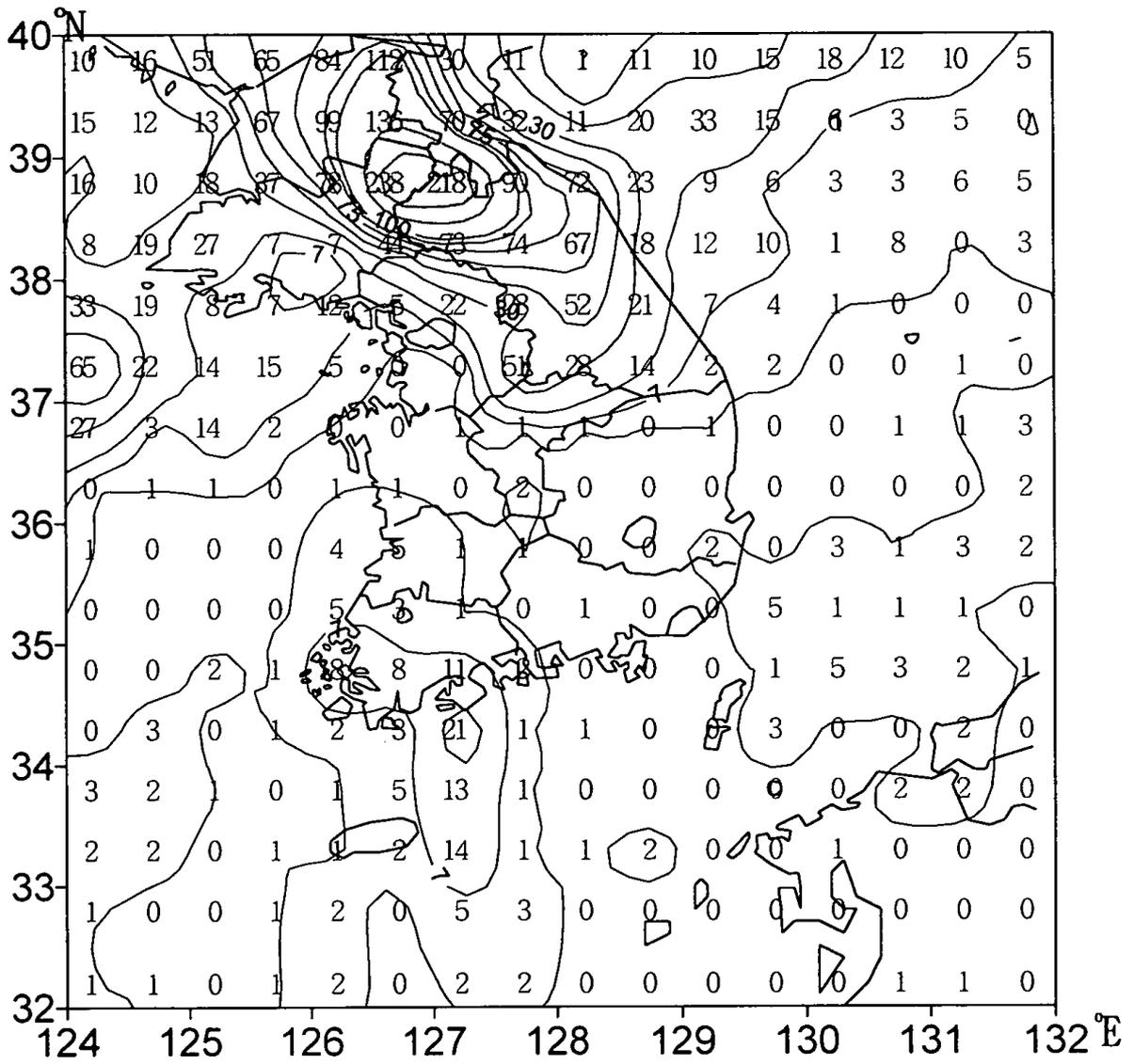


그림 4(a). 5월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

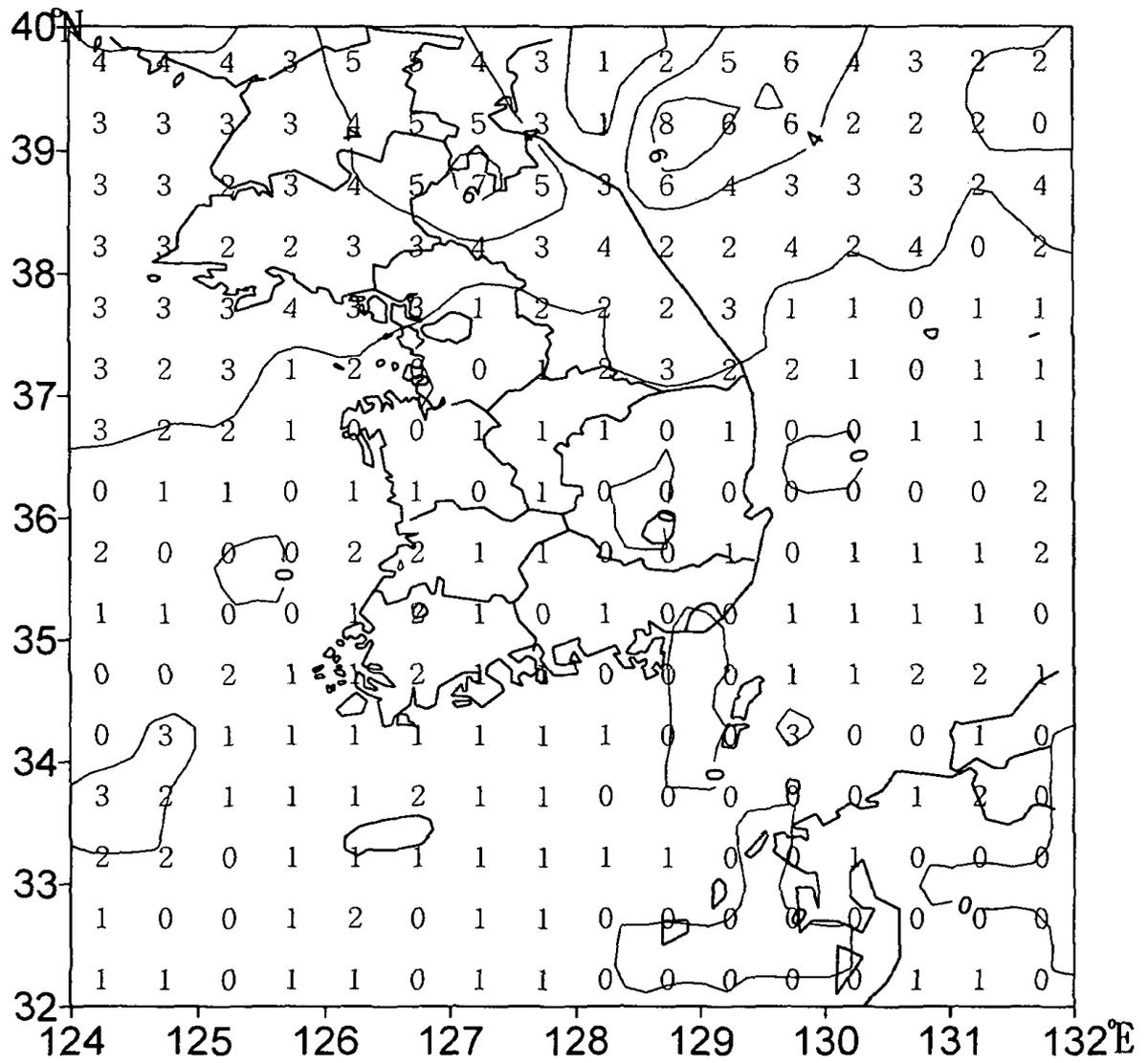


그림 4(b). 5월의 낙뢰 발생 일수 분포도

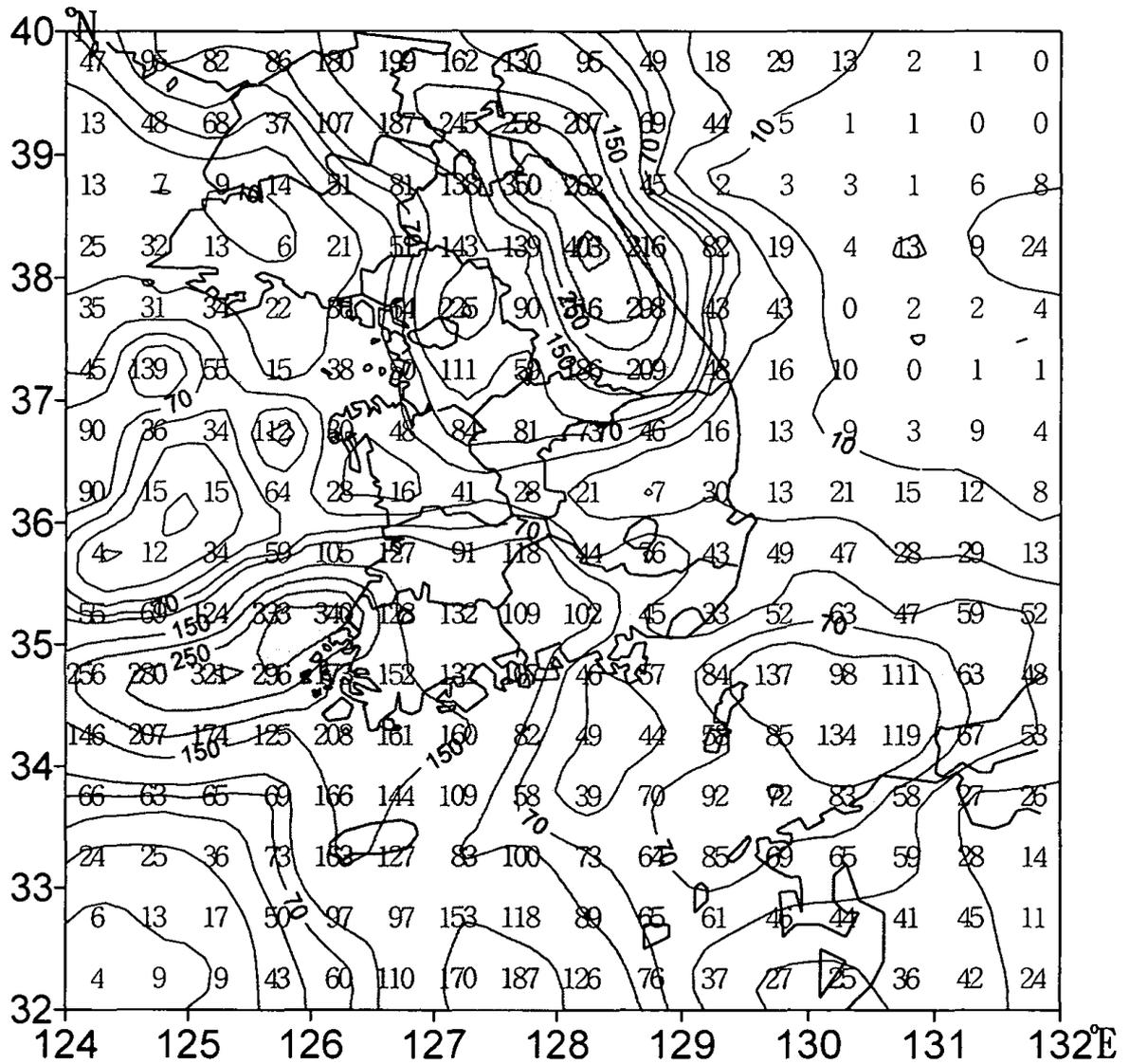


그림 5(a). 6월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

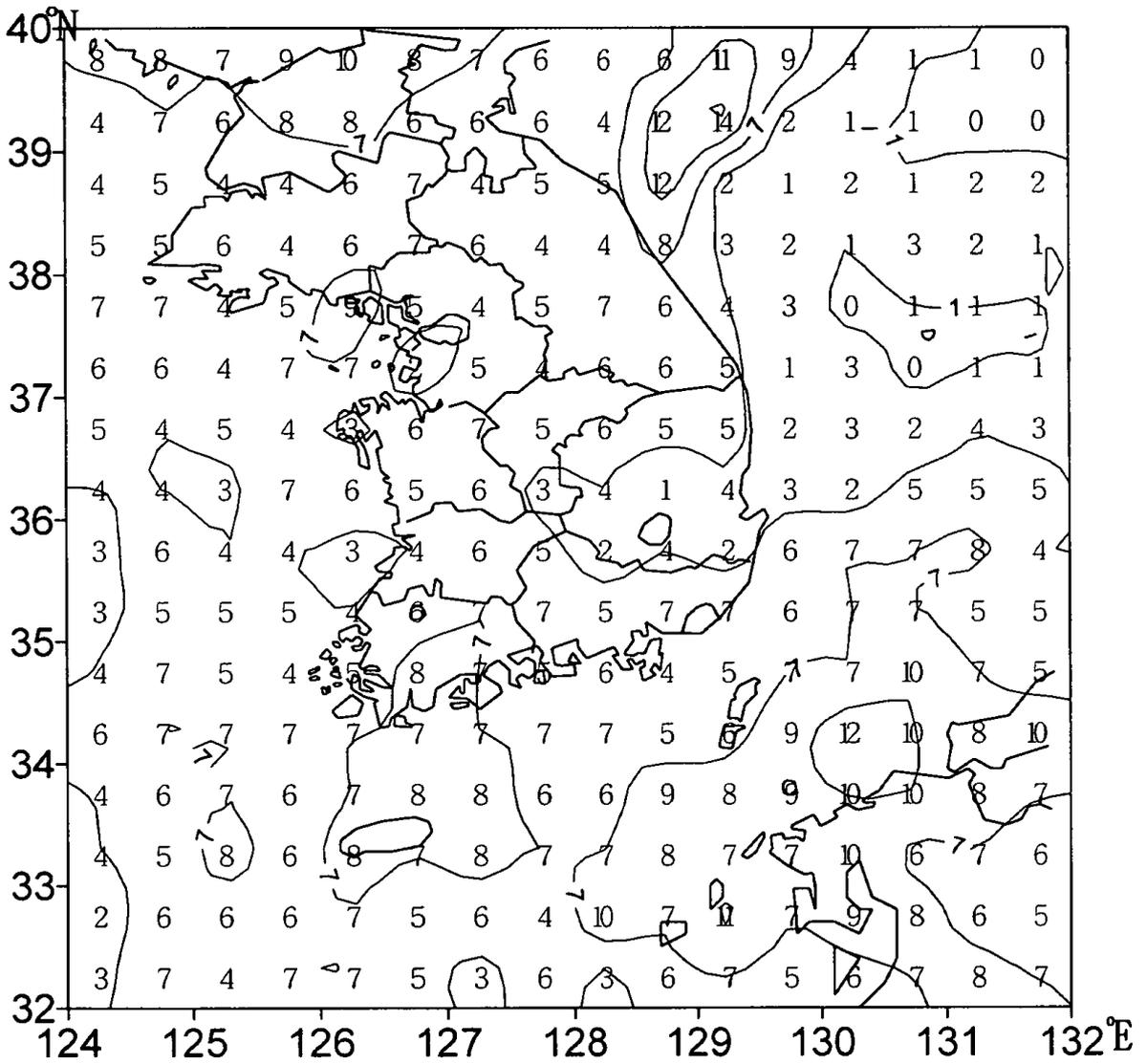


그림 5(b). 6월의 낙뢰 발생 일수 분포도

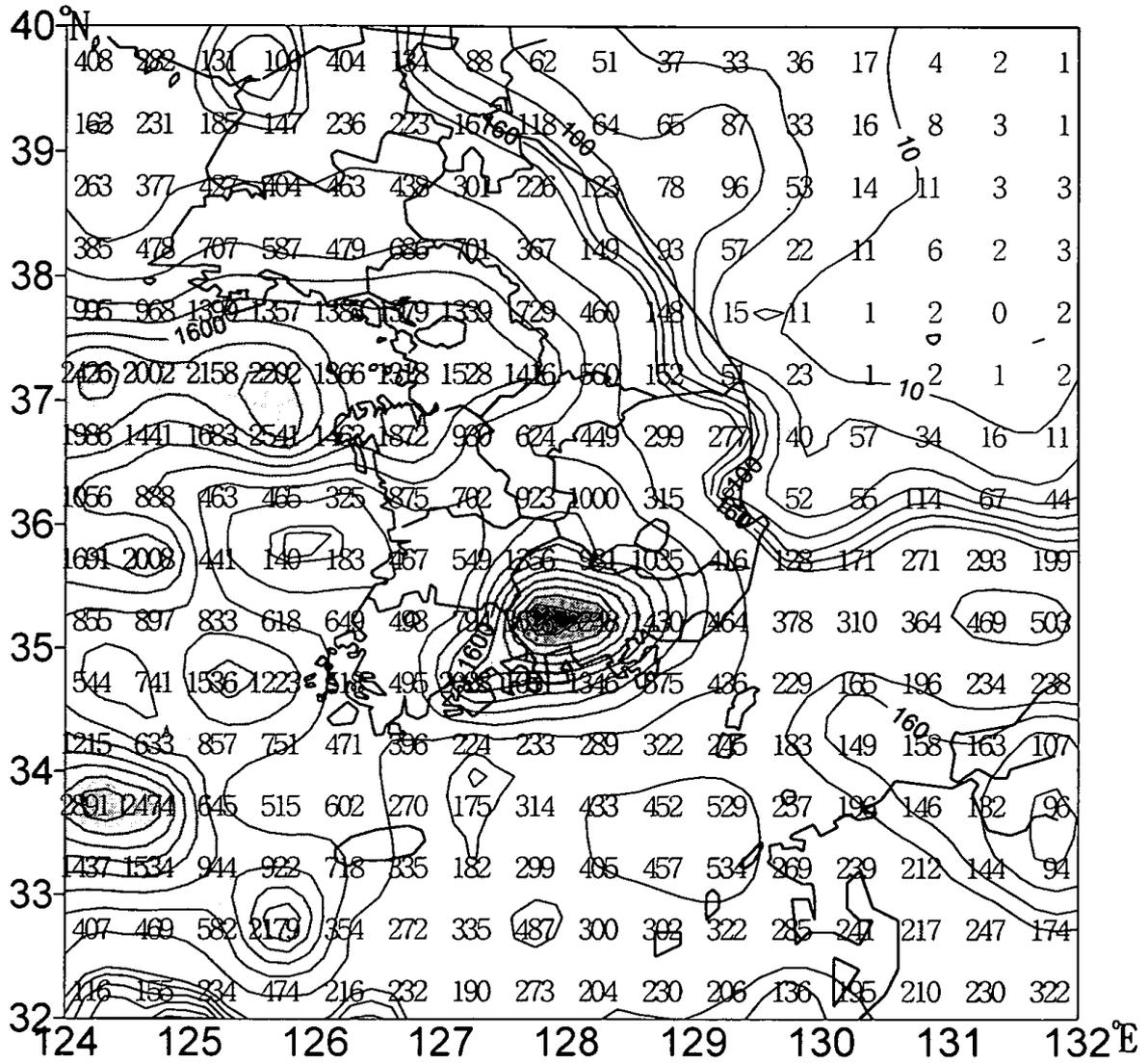


그림 6(a). 7월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

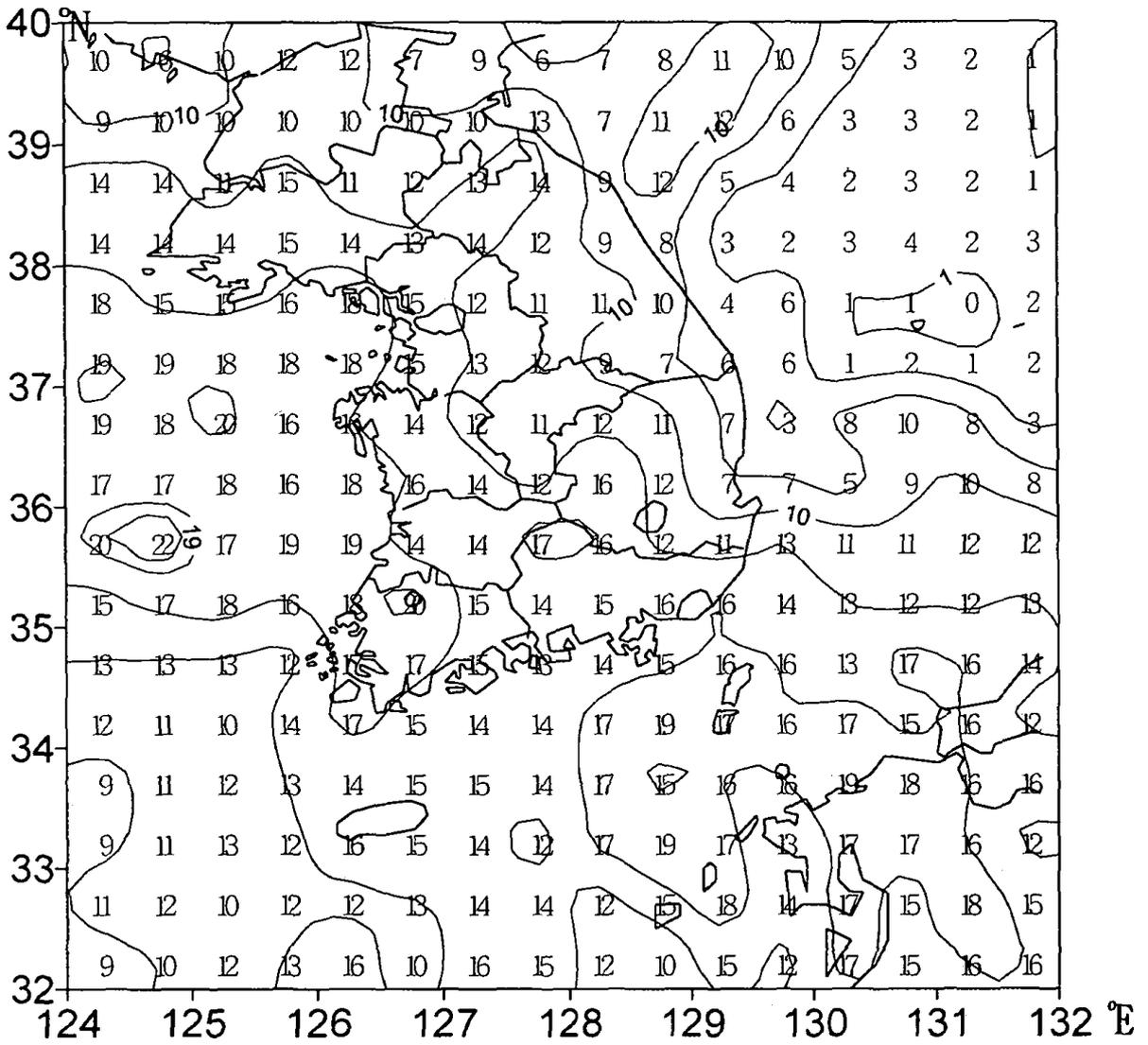


그림 6(b). 7월의 낙뢰 발생 일수 분포도

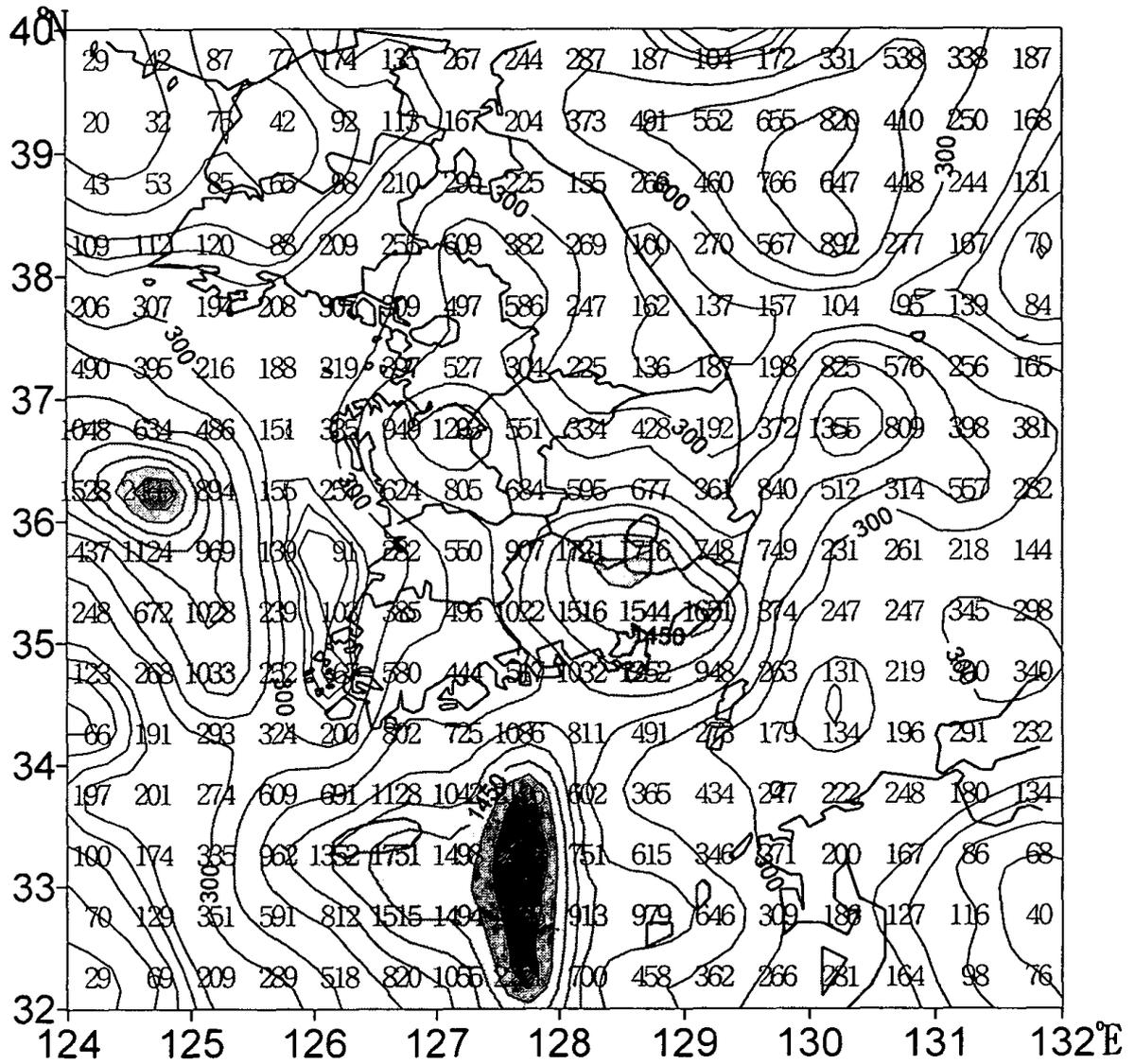


그림 7(a). 8월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

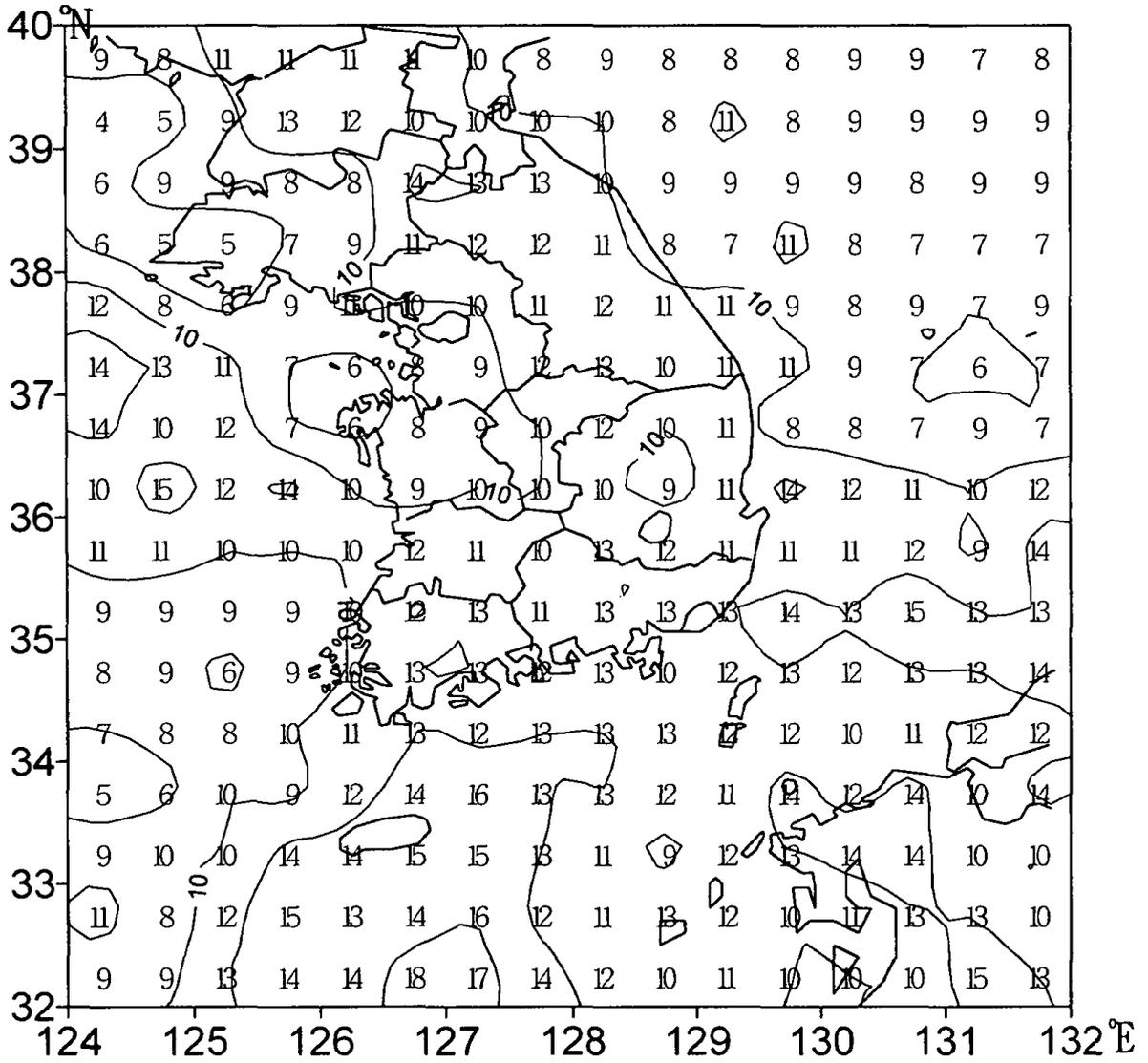


그림 7(b). 8월의 낙뢰 발생 일수 분포도

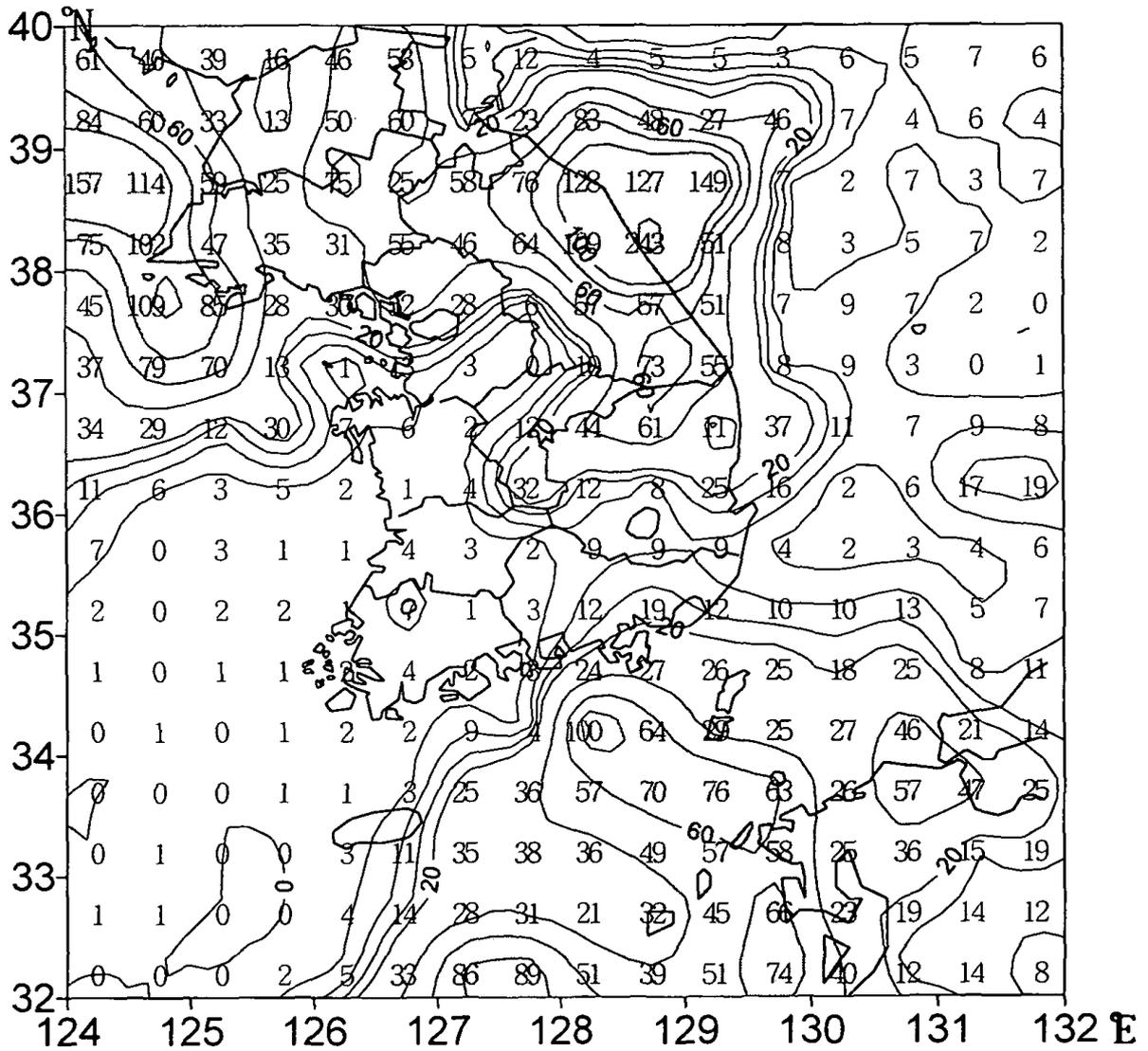


그림 8(a). 9월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

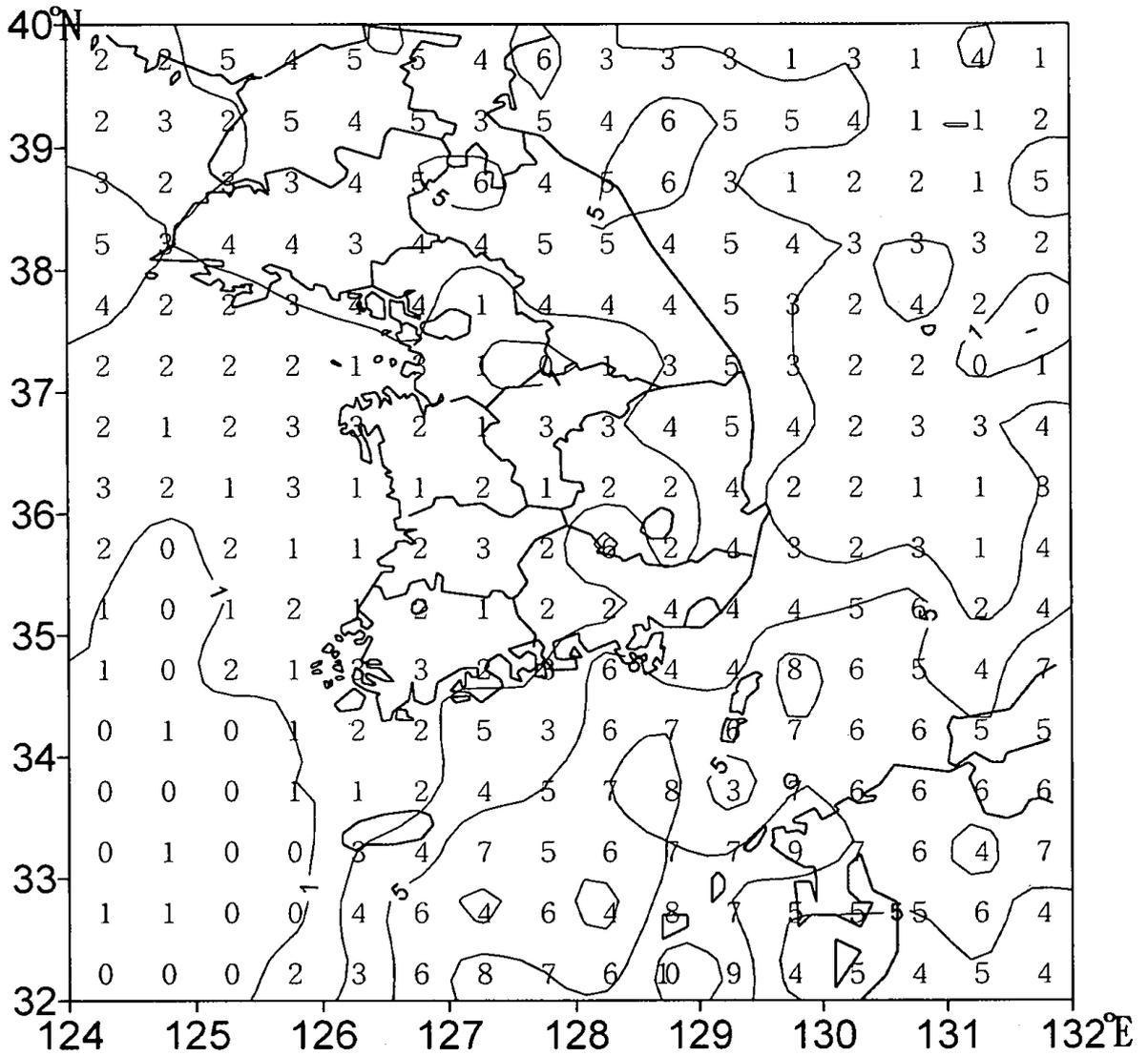


그림 8(b). 9월의 낙뢰 발생 일수 분포도

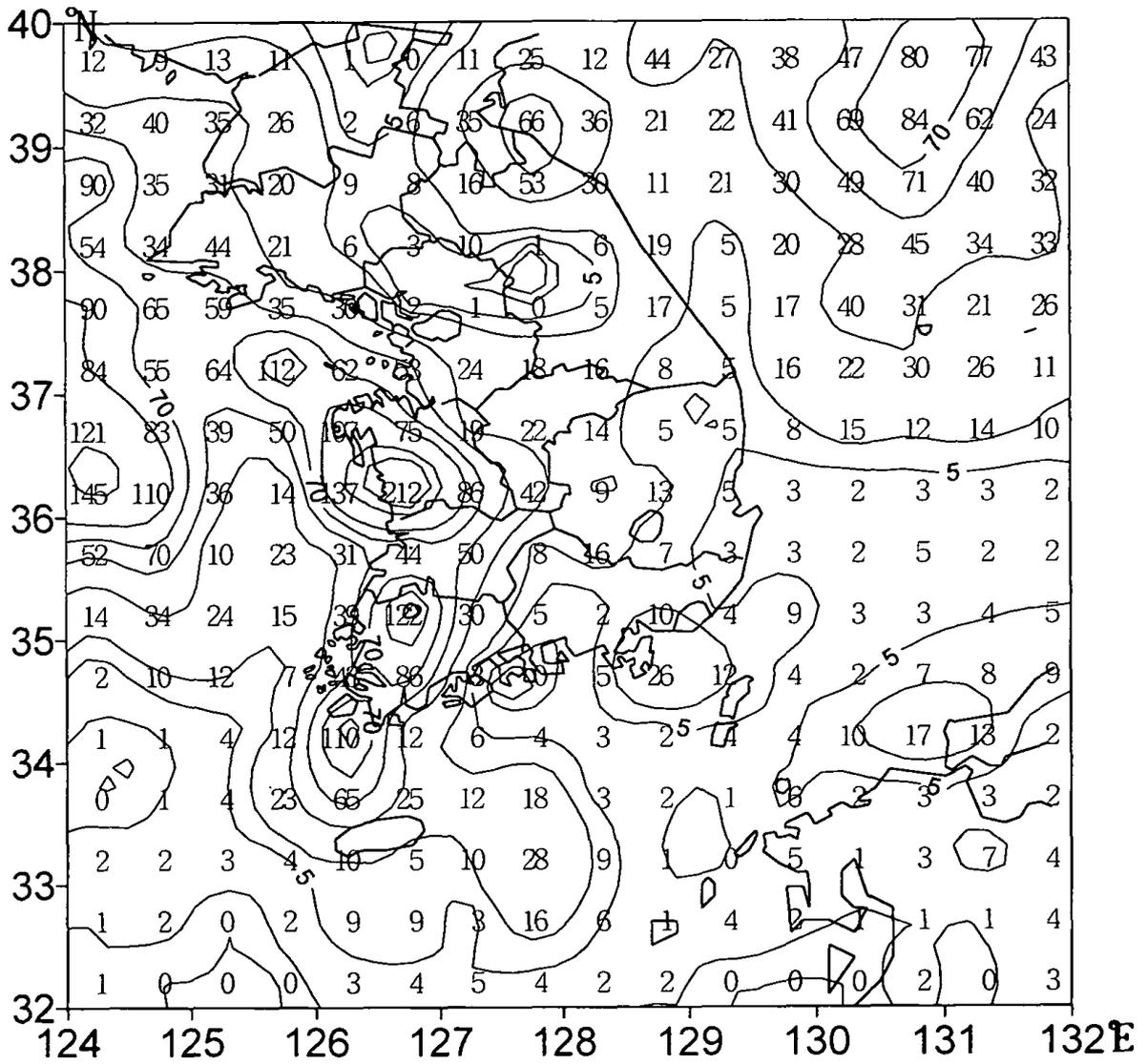


그림 9(a). 10월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

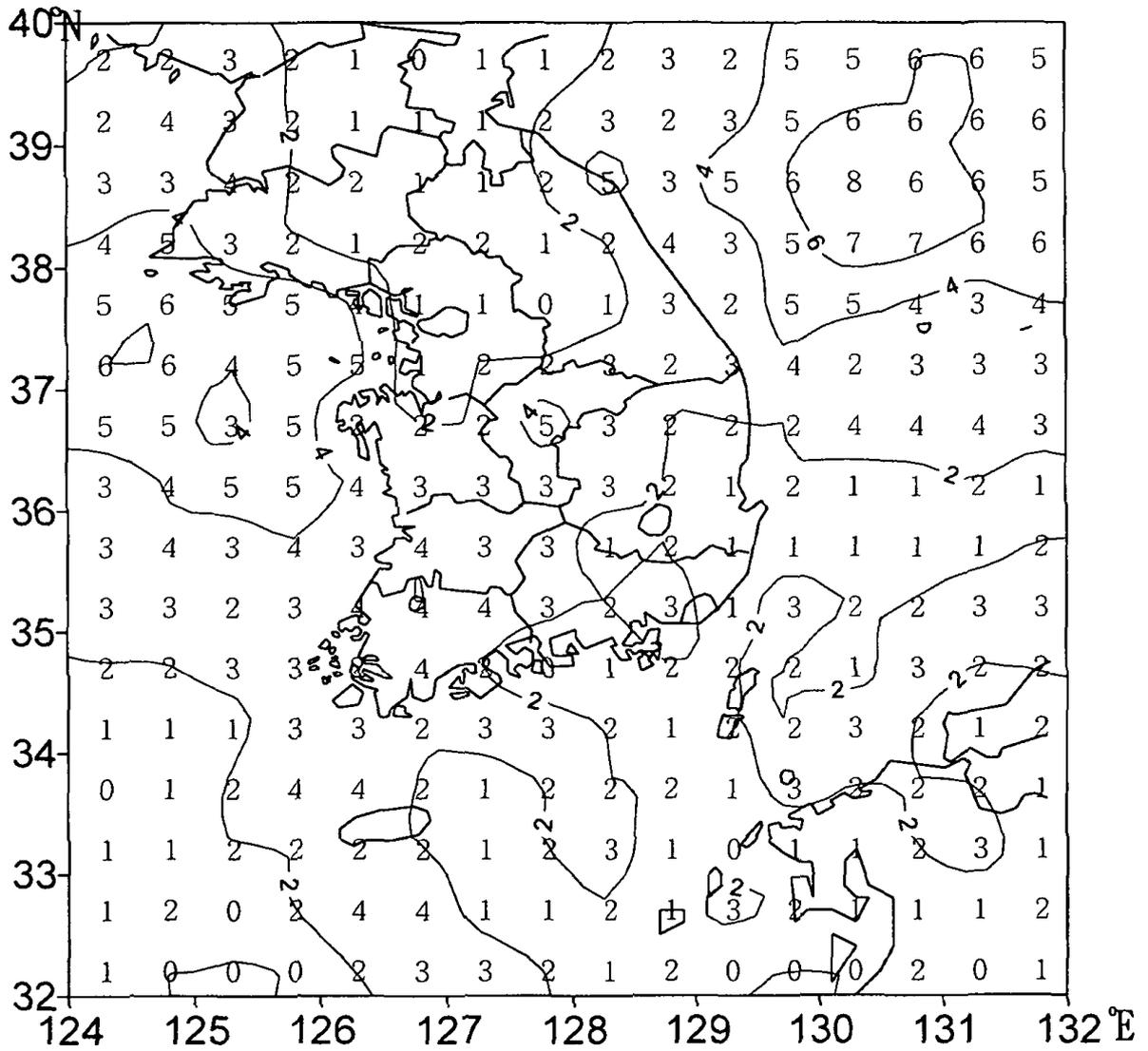


그림 9(b). 10월의 낙뢰 발생 일수 분포도

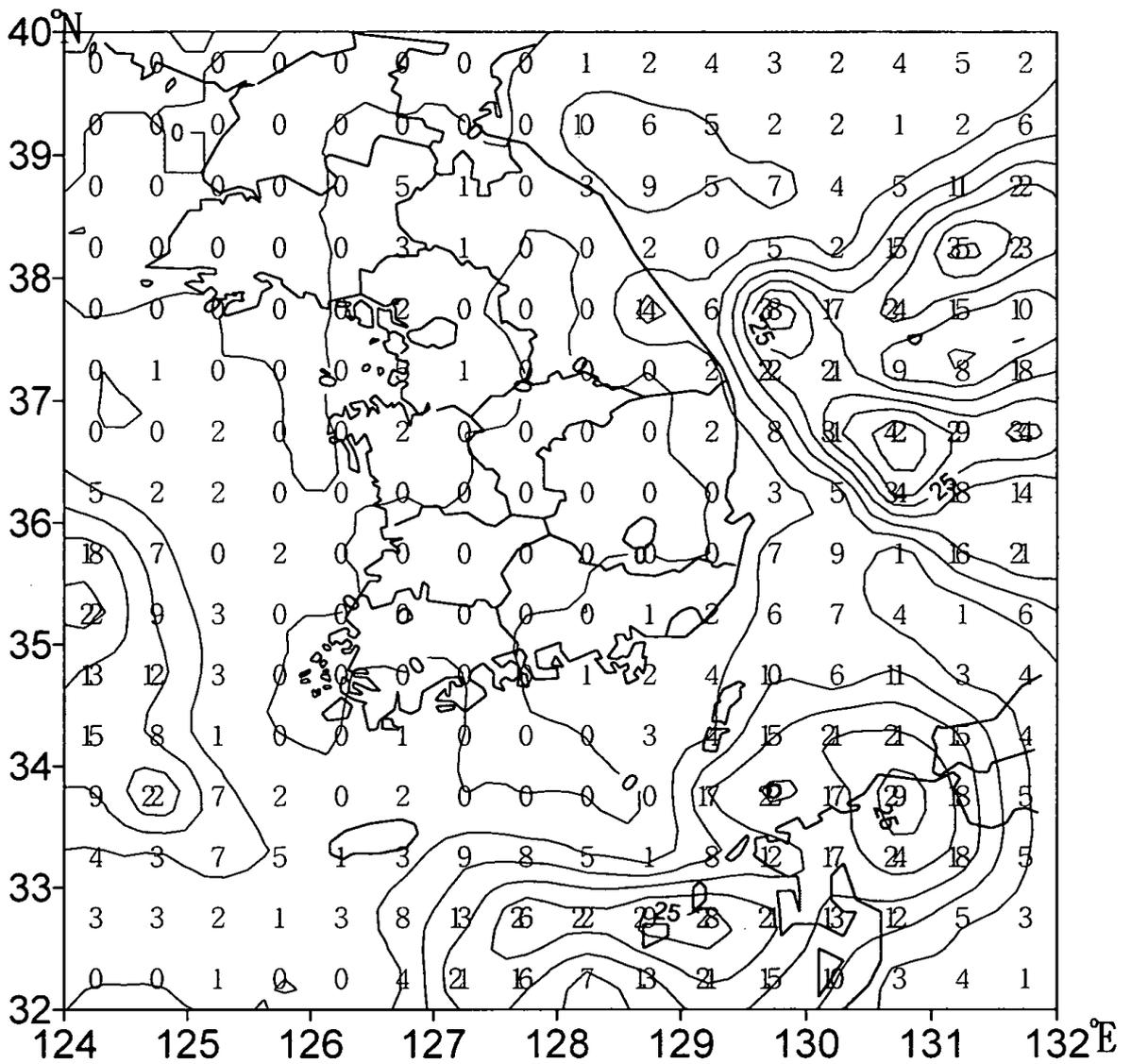


그림 10(a). 11월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

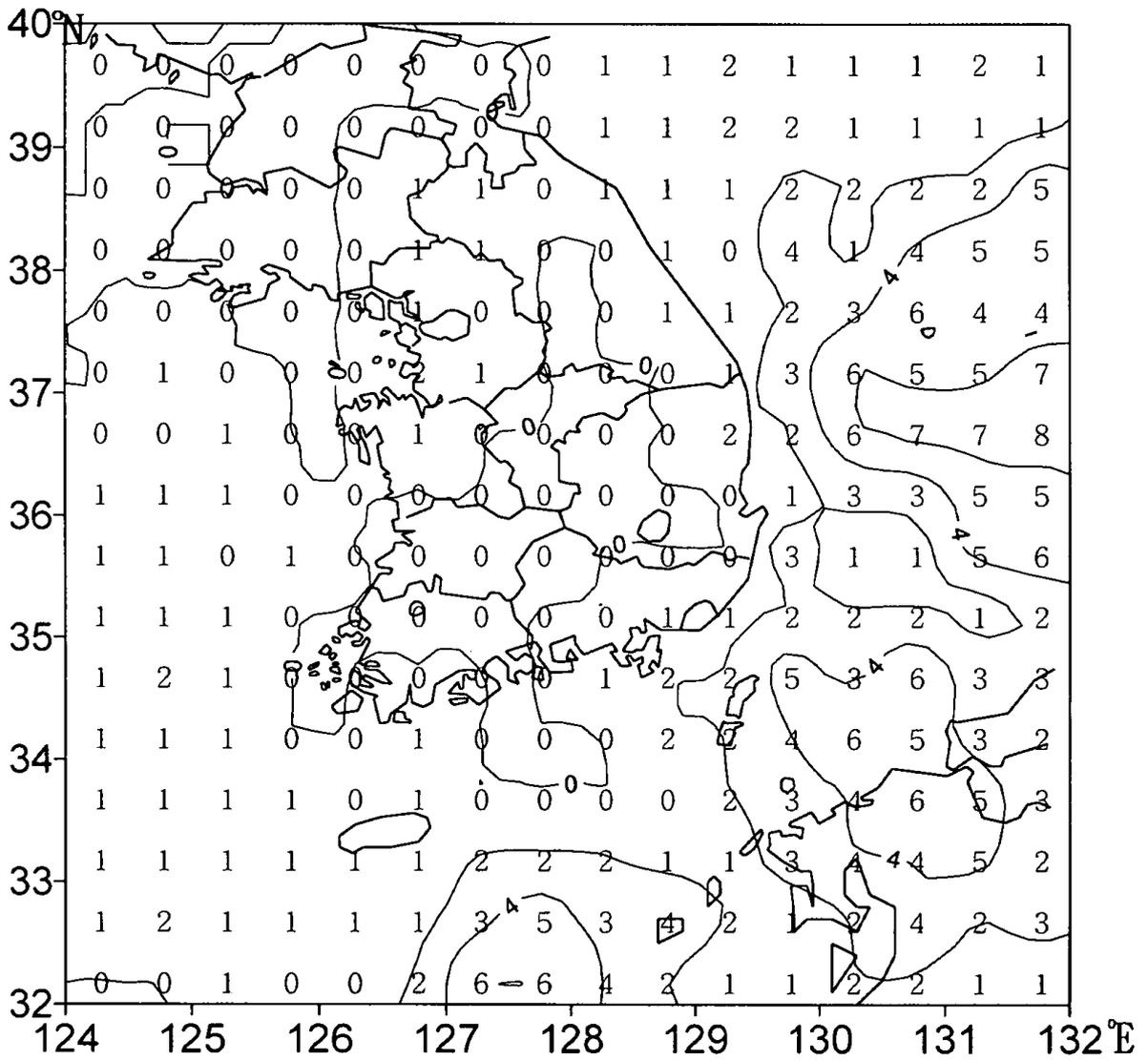


그림 10(b). 11월의 낙뢰 발생 일수 분포도

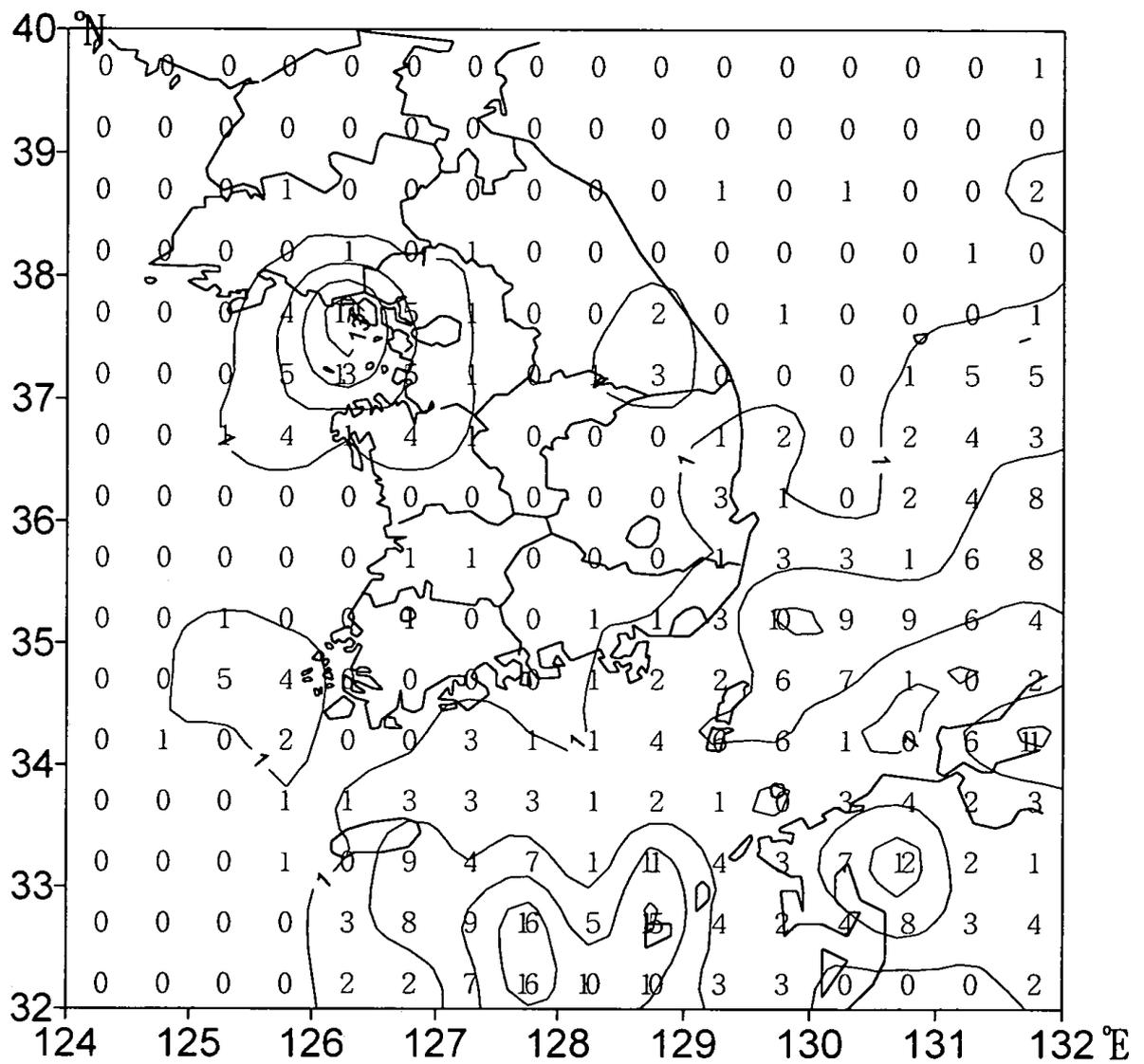


그림 11(a) 12월의 낙뢰 발생 횟수 분포도

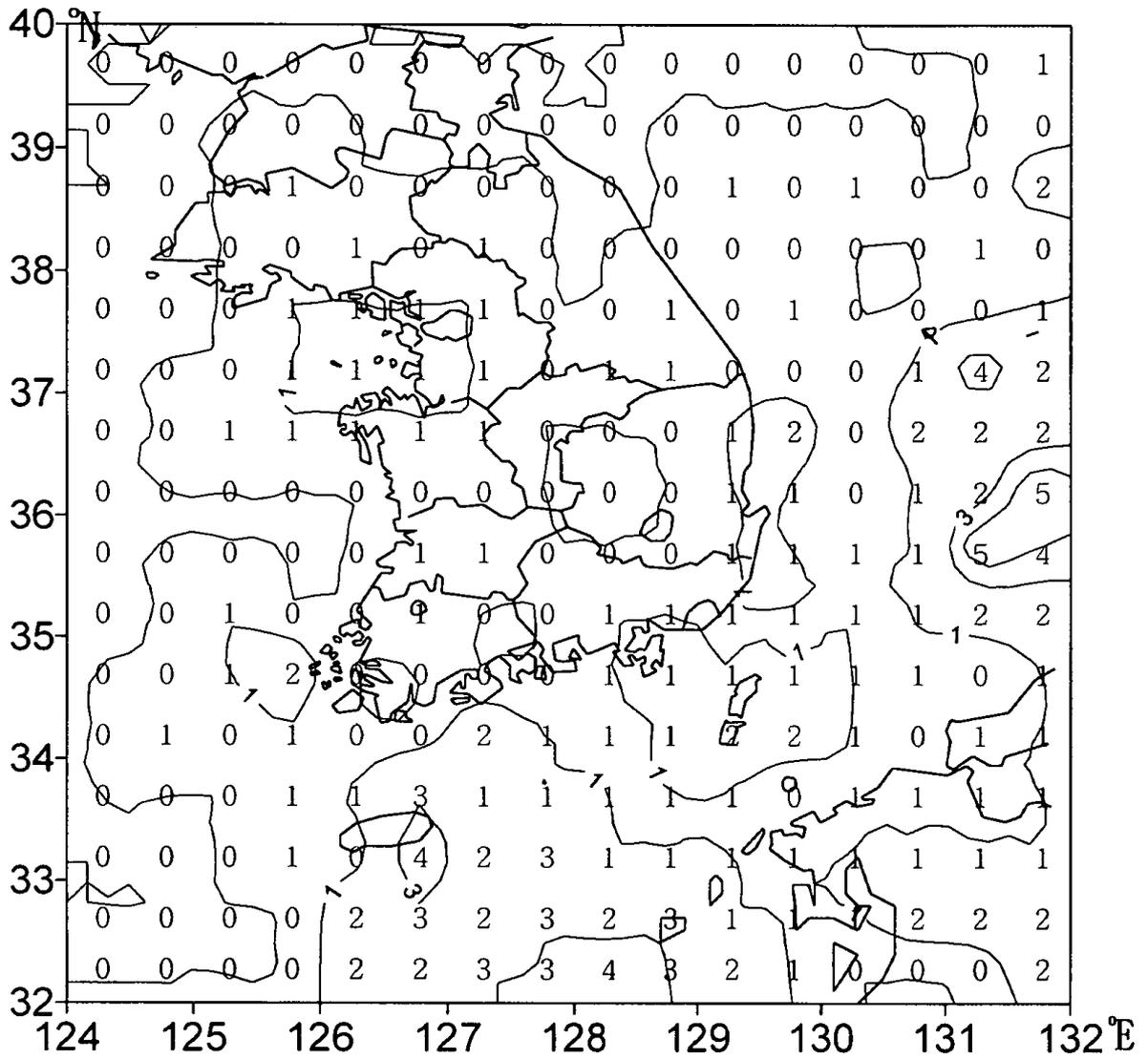


그림 11(b). 12월의 낙뢰 발생 일수 분포도

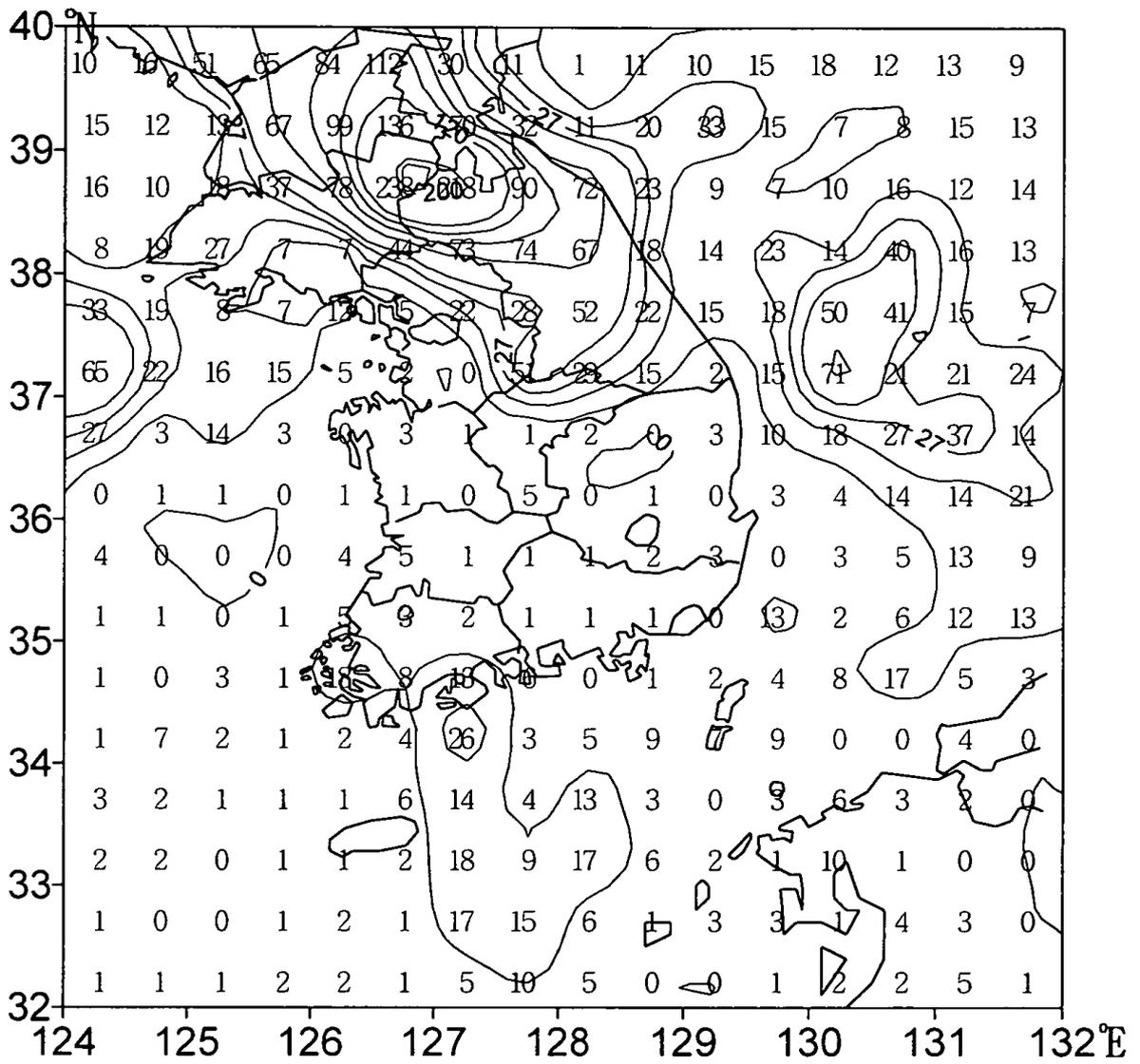


그림12(a). 춘계 낙뢰 발생 횟수 분포도

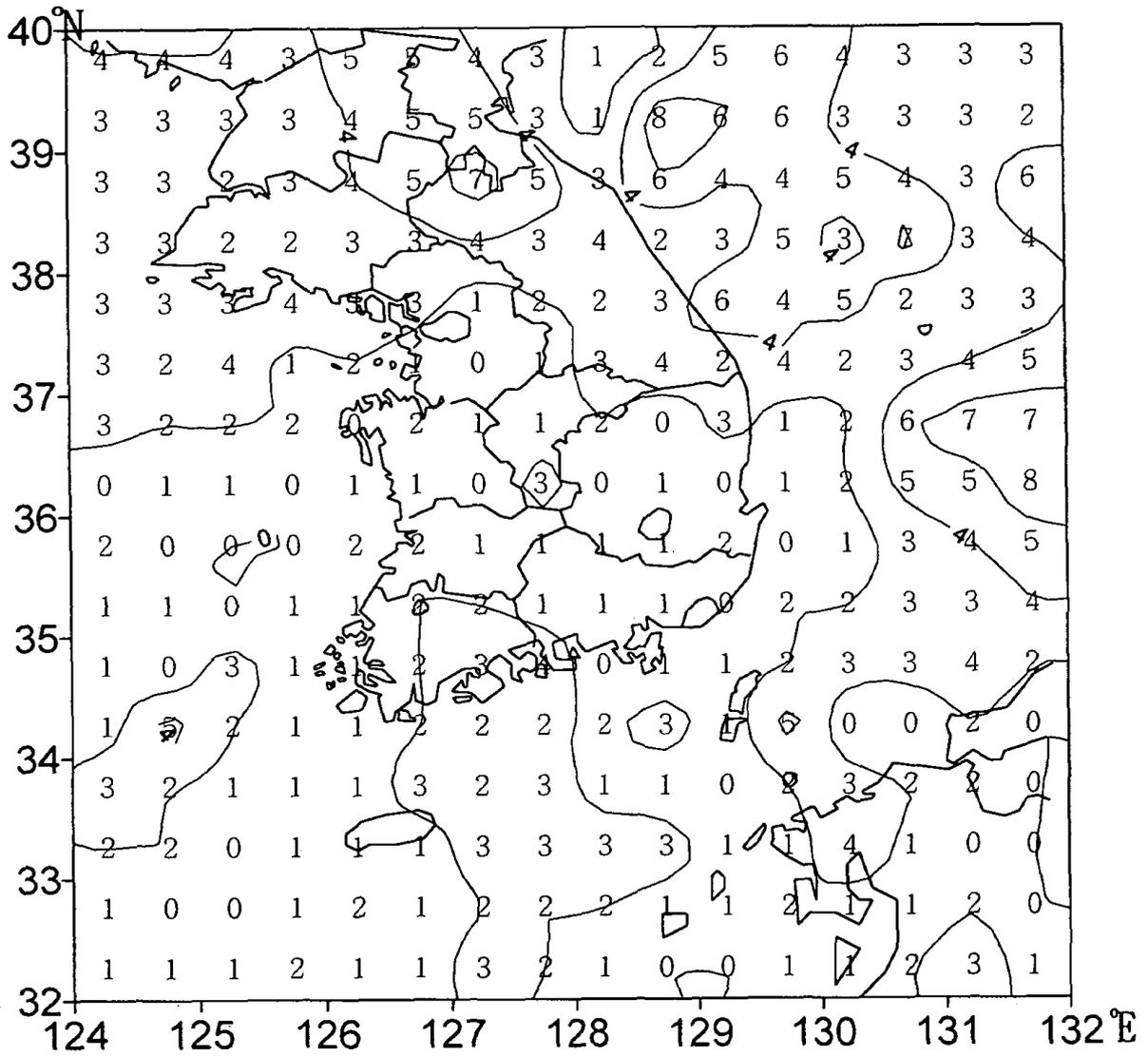


그림 12(b). 춘계 낙뢰 발생 일수 분포도

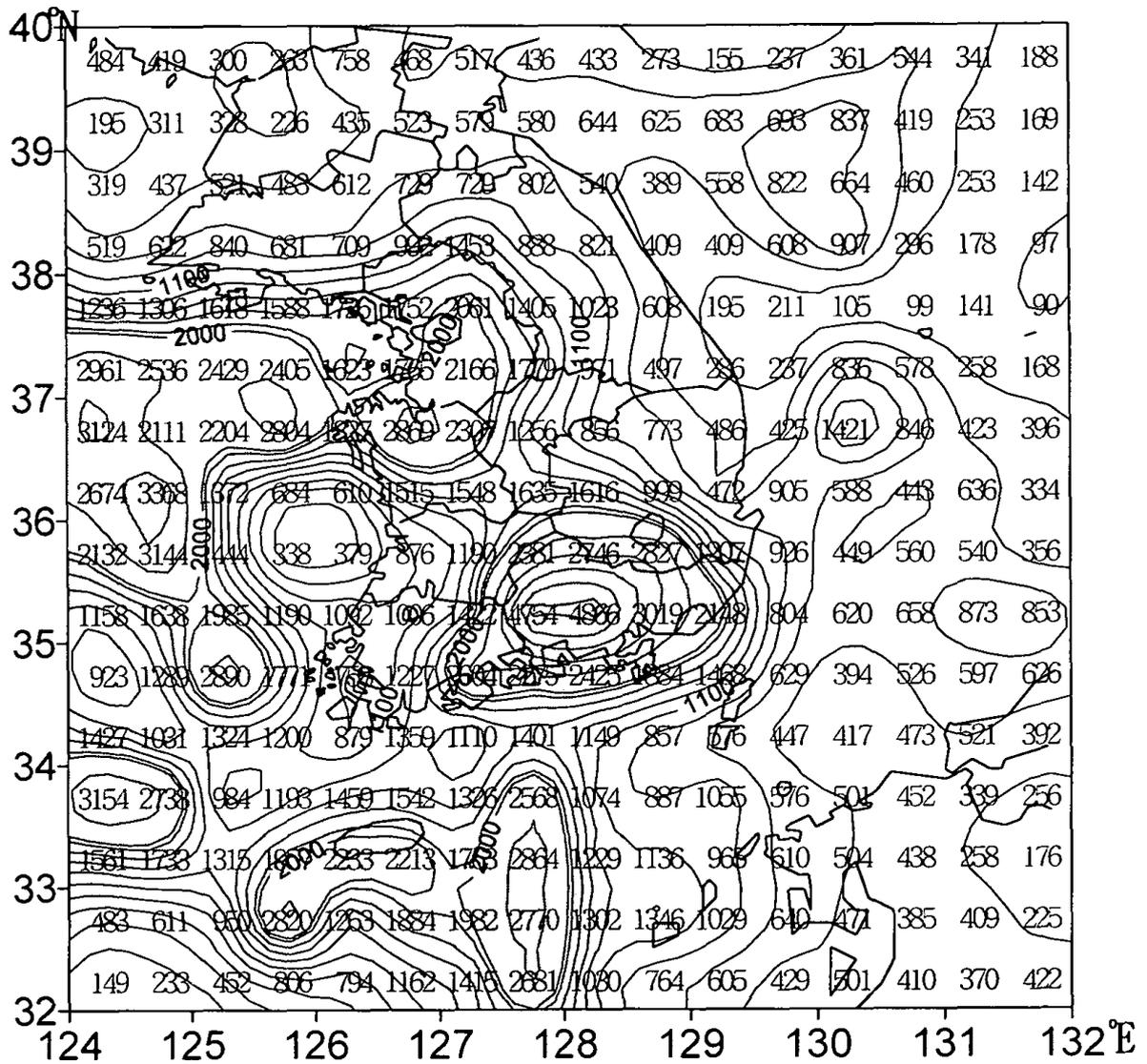


그림 13(a) 하계 낙뢰 발생 횟수 분포도

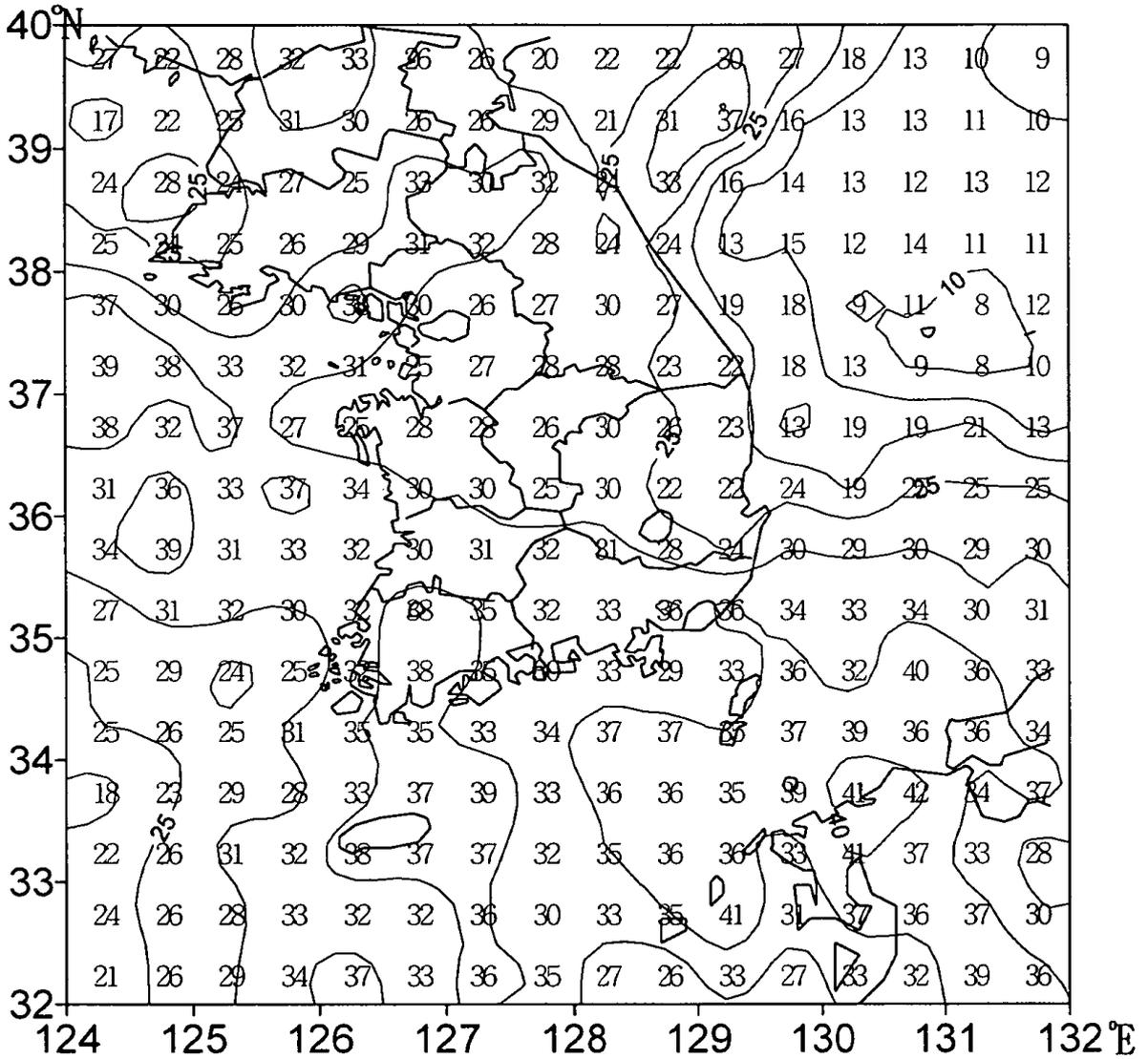


그림 13(b). 하계 낙뢰 발생 일수 분포도

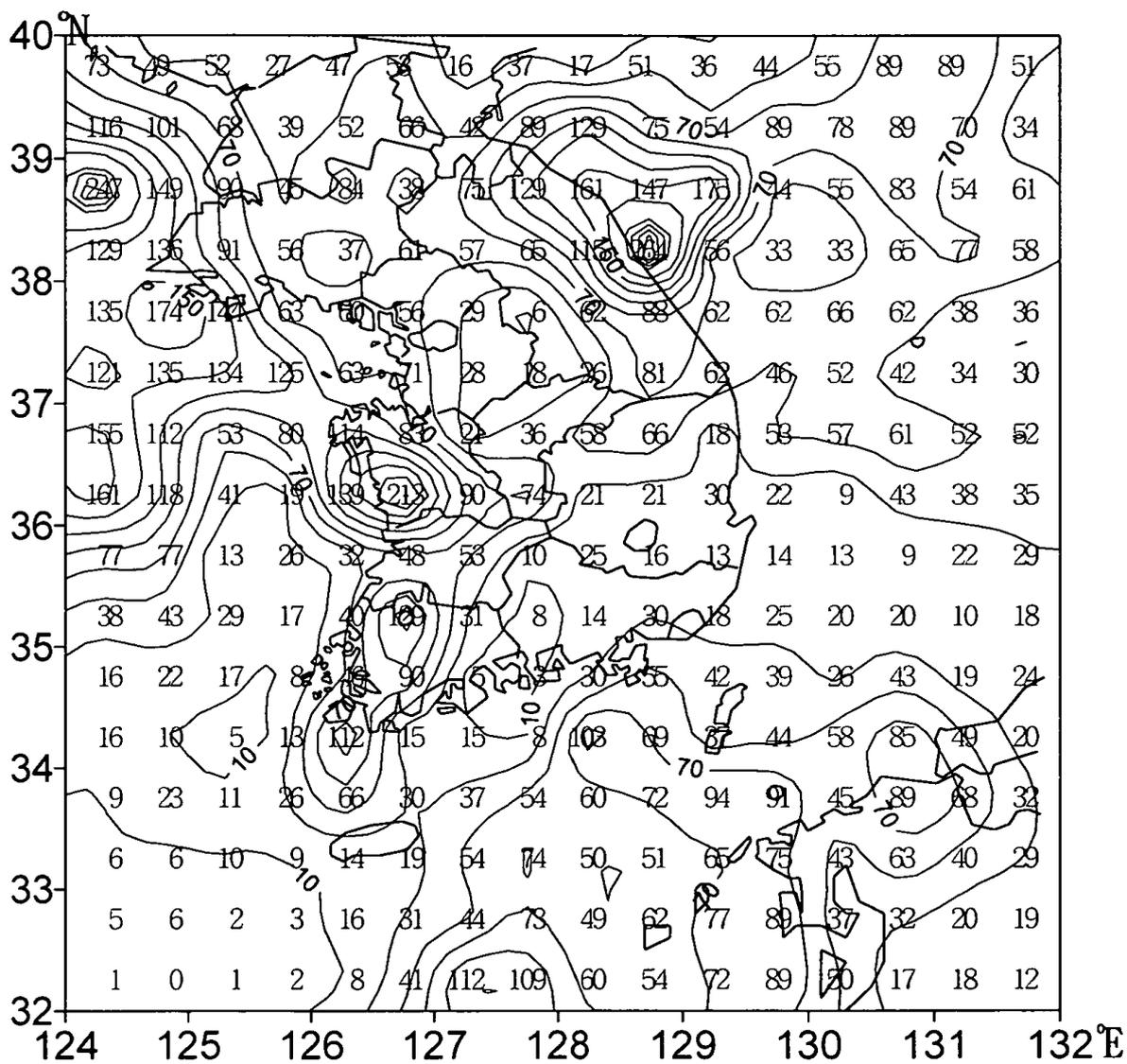


그림 14(a). 추계 낙뢰 발생 횟수 분포도

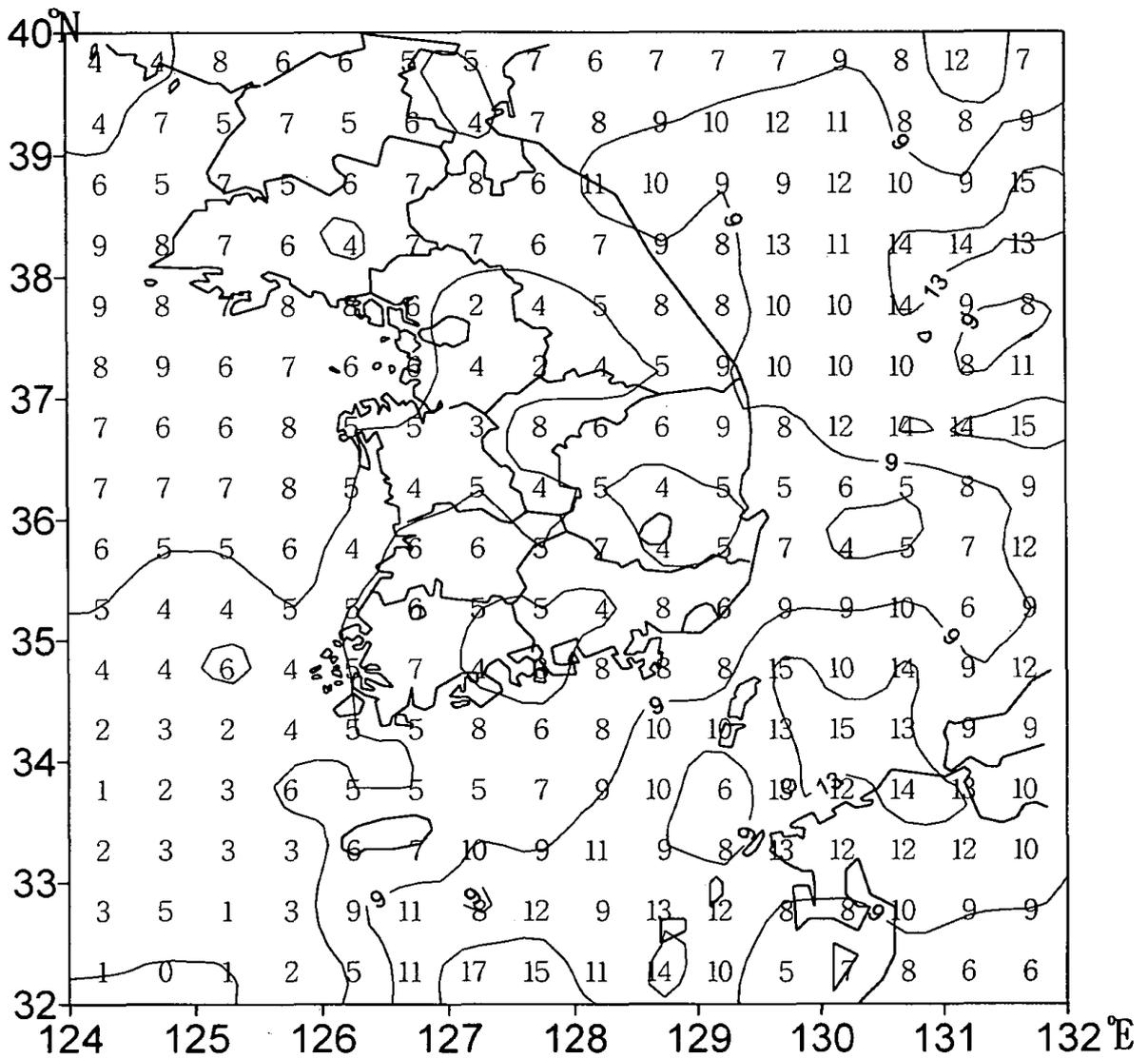


그림 14(b). 추계 낙뢰 발생 일수 분포도

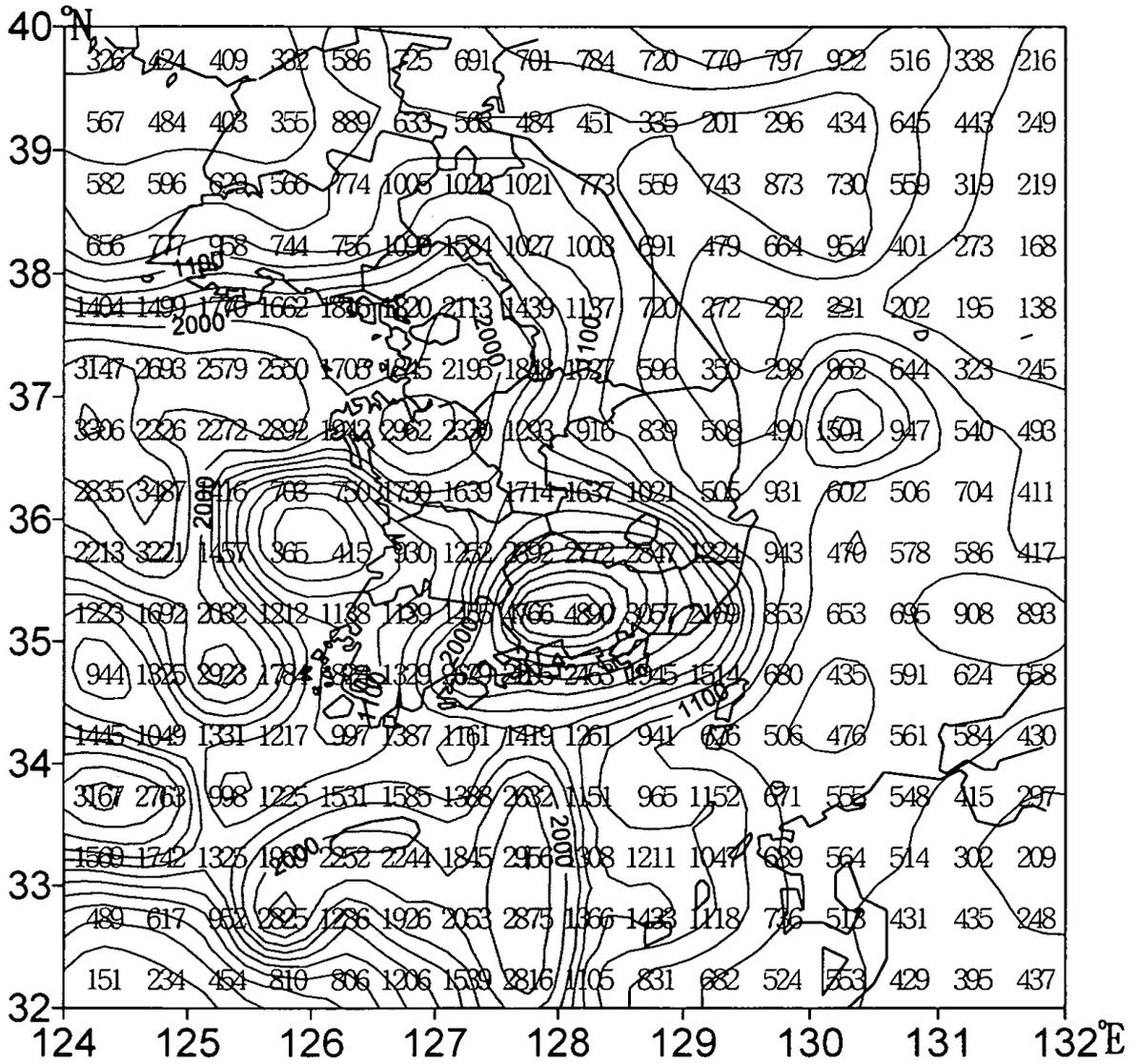


그림 15(a). 2001년 낙뢰 발생 횟수 분포도

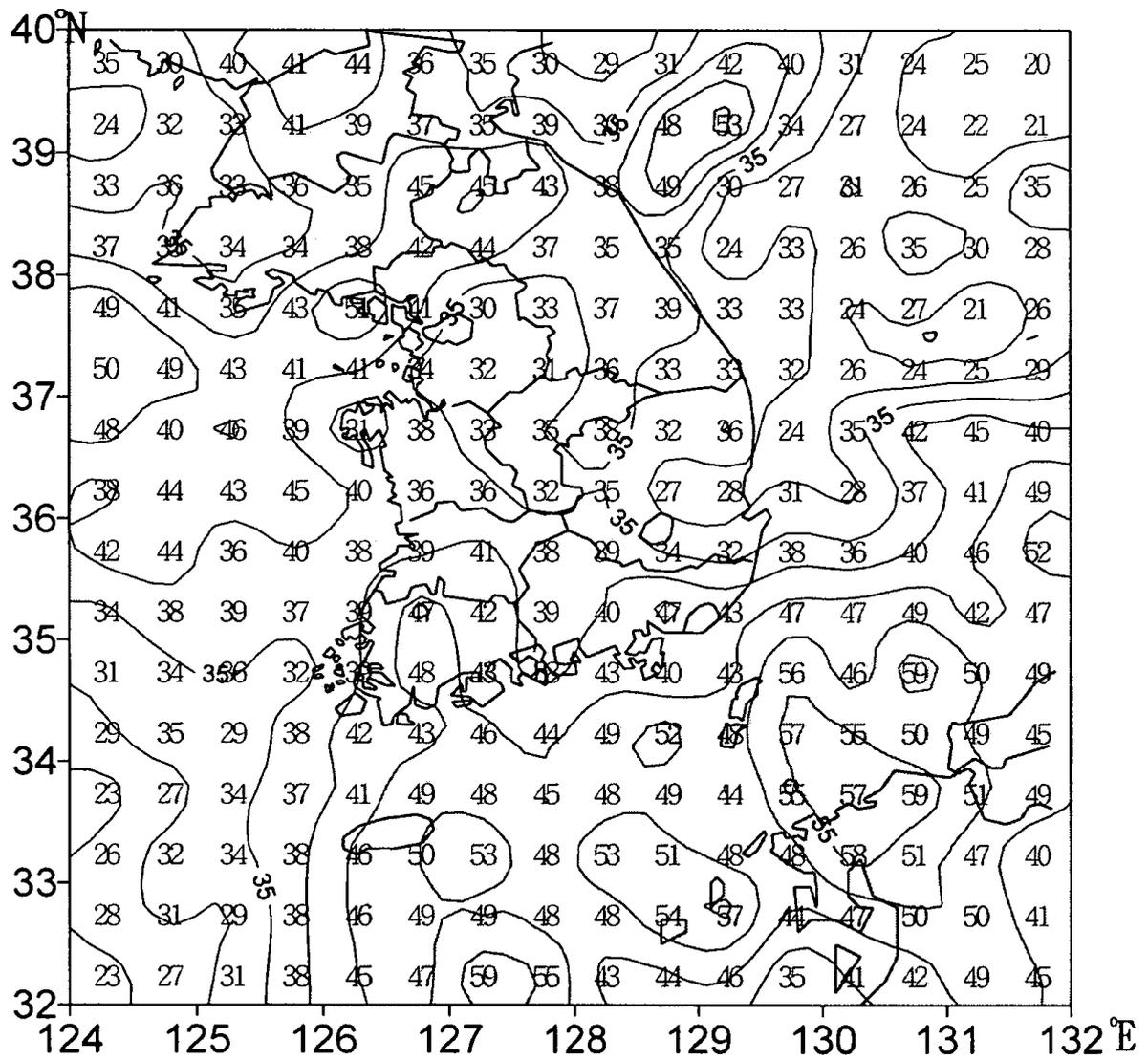


그림 15(b). 2001년 낙뢰 발생 일수 분포도

### 3. 落雷發生頻度分析

#### 가. 월별 시간별 낙뢰 발생 빈도

##### 1) 주요도시(8개시)의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 횟수

전국적으로 일정거리를 감안한 주요도시 8개소에 대한 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수를 구하였으며 내용은 표(부록A의 표A.1~표A.12)와 그림(그림16~그림23)으로 정리하였으며, 낙뢰가 발생되지 않은 달은 기록하지 않았다.

##### (1) 서울지방의 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수(그림16)

- 5월에는 5~6시에 최대치가 나타났다.
- 6월에는 1~2시에 27회 발생으로 최고치가 나타났다.
- 7월에는 5~6시와 10~11시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 13~14시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 0~1시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 18~19시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 19~20 와 20-21시 각각1회 발생했다.

##### (2) 강릉지방의 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수(그림17).

- 5월에는 2~3시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 15~16시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 0~1시,4~5시,11~12시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 0~1시, 17~18시, 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 8~9시에 최고치가 나타났다.

##### (3) 원주지방의 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수(그림18).

- 5월에는 1~2시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 2~3시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 15~16시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 11~12시에 최고치가 나타났다.

- (4) 대전지방의 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수(그림19).
- 2월에는 15~16시에 1회 발생했다.
  - 6월에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
  - 7월에는 10~11시에 최고치가 나타났다.
  - 8월에는 18~19시에 최고치가 나타났다.
  - 10월에는 11~12시에 최고치가 나타났다.
- (5) 대구지방의 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수(그림20).
- 6월에는 11~12시에 최고치가 나타났다.
  - 7월에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
  - 8월에는 19시~20시에 최고치가 나타났다.
- (6) 광주지방의 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수(그림21).
- 6월에는 12~13시에 최고치가 나타났다.
  - 7월에는 13~14시에 최고치가 나타났다.
  - 8월에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
  - 10월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- (7) 부산지방의 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수(그림 22).
- 2월에는 18~19시에 1회 나타났다.
  - 6월에는 12~13시에 최고치가 나타났다.
  - 7월에는 13~14시에 최고치가 나타났다.
  - 8월에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
  - 9월에는 18~19시에 최고치가 나타났다.
  - 10월에는 2~3시에 최고치가 나타났다.
- (8) 제주지방의 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수(그림23).
- 2월에는 21~22시에 최고치가 나타났다.
  - 6월에는 2~3시에 최고치가 나타났다.
  - 7월에는 10~11시 최고치가 나타났다.
  - 8월에는 12~13시에 최고치가 나타났다.
  - 10월에는 1~2시 최고치가 나타났다.
  - 12월에는 22~23시 최고치가 나타났다.

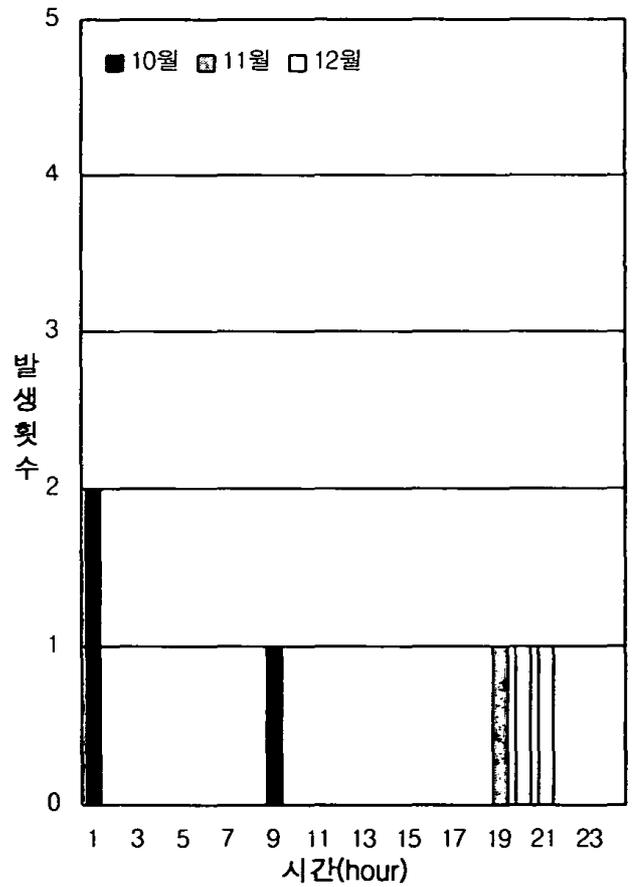
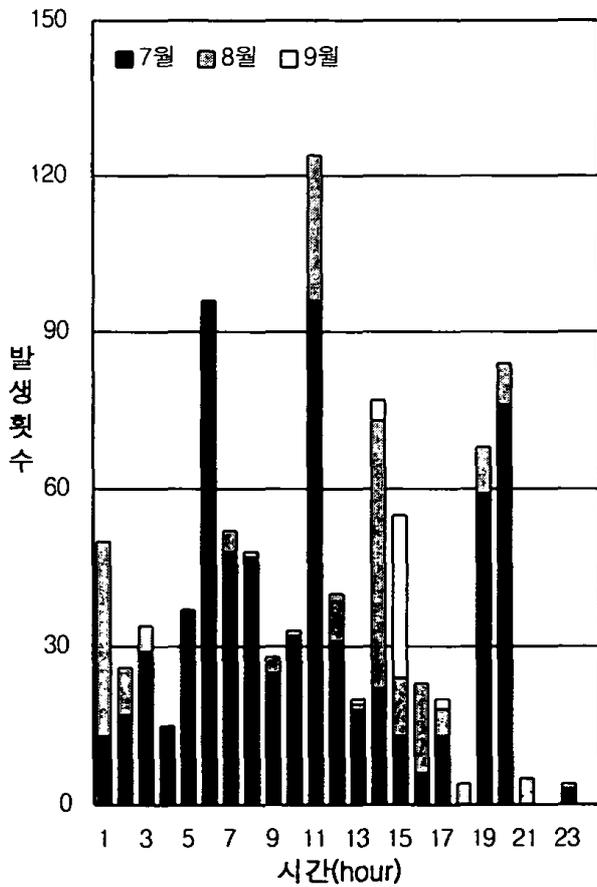
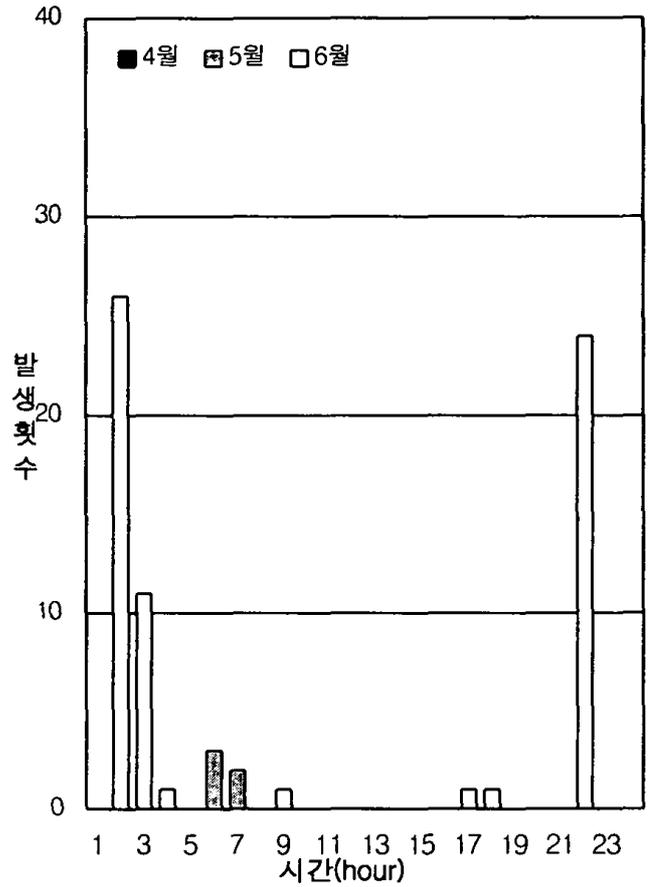
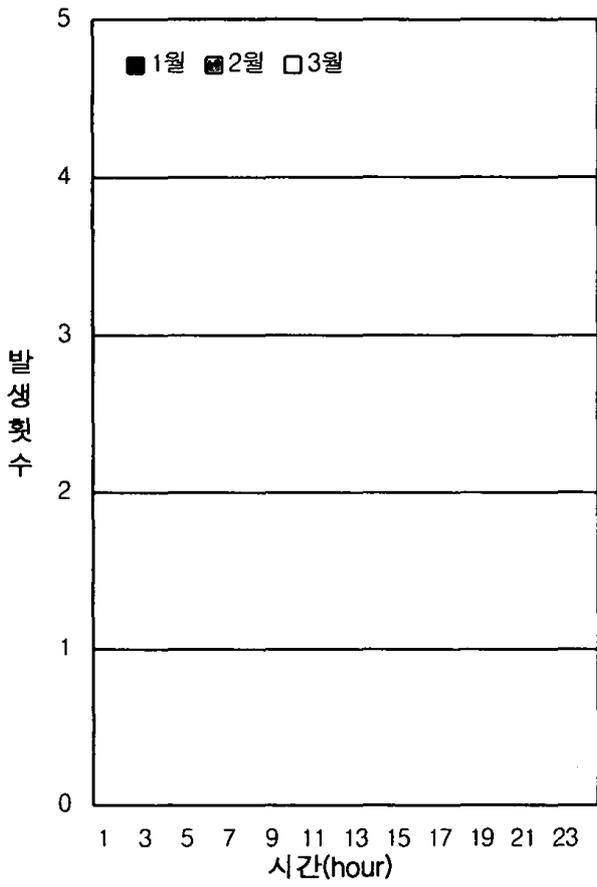


그림 16 서울의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 횟수

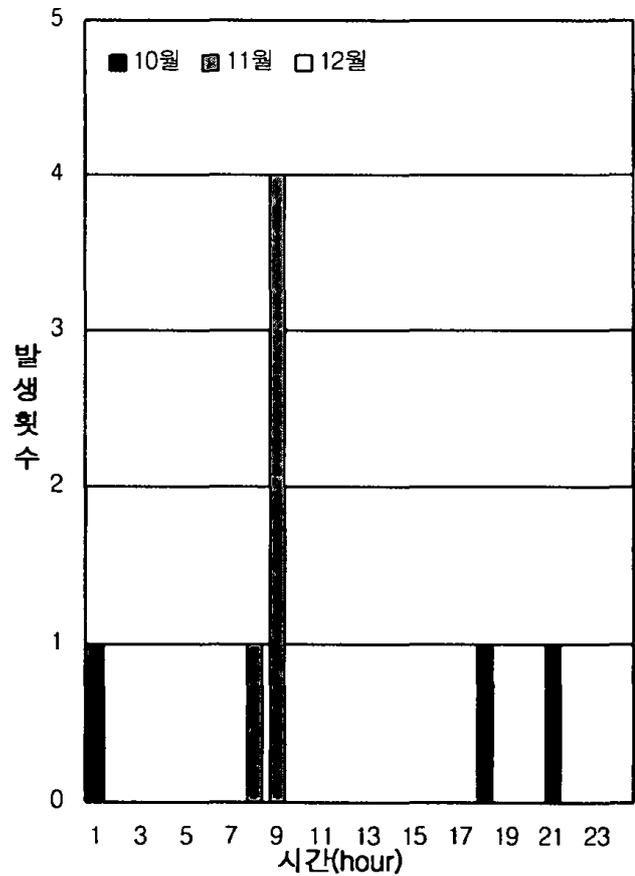
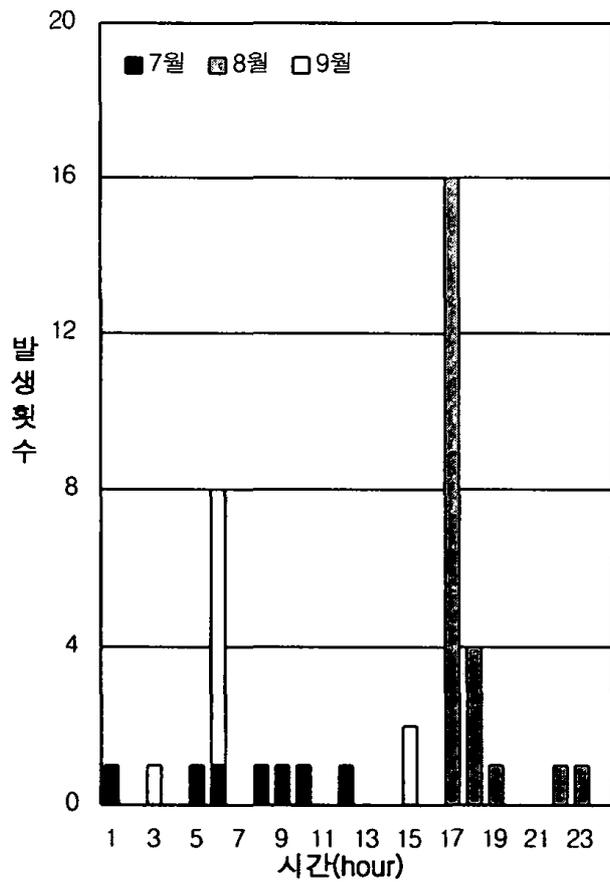
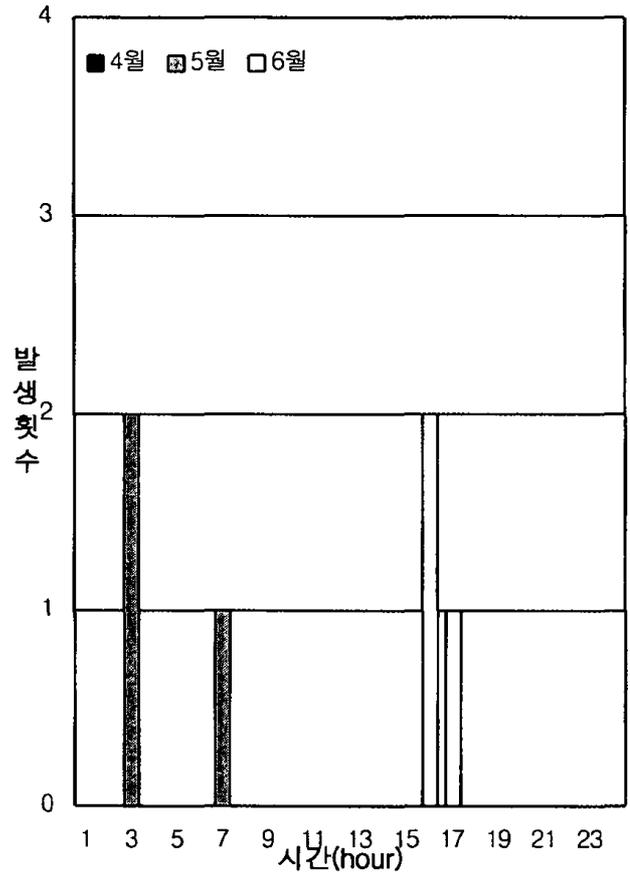
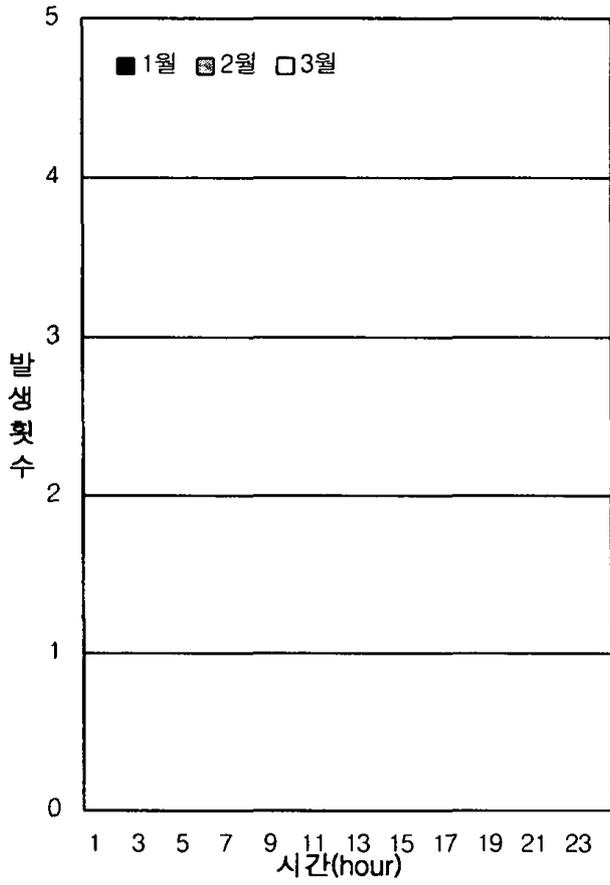


그림17 강릉의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 횟수

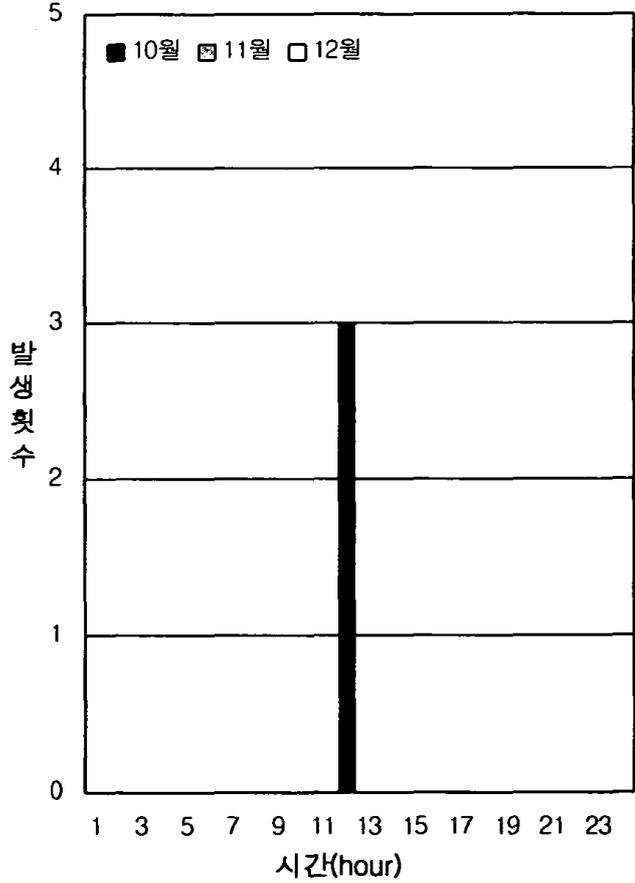
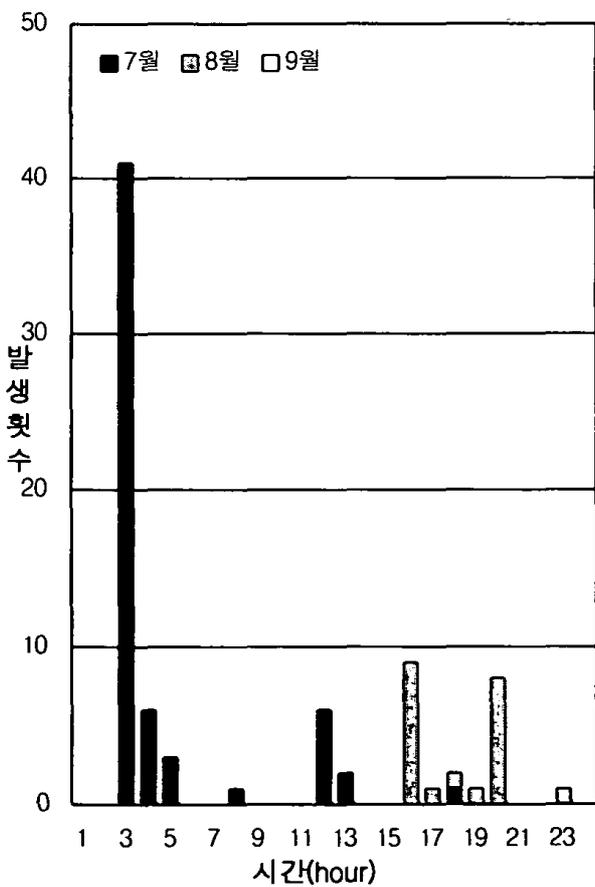
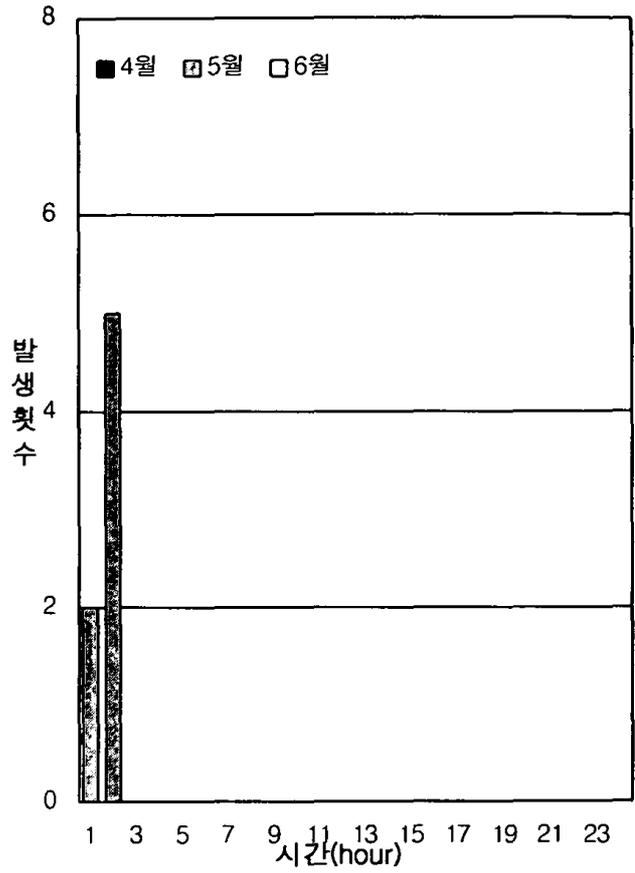
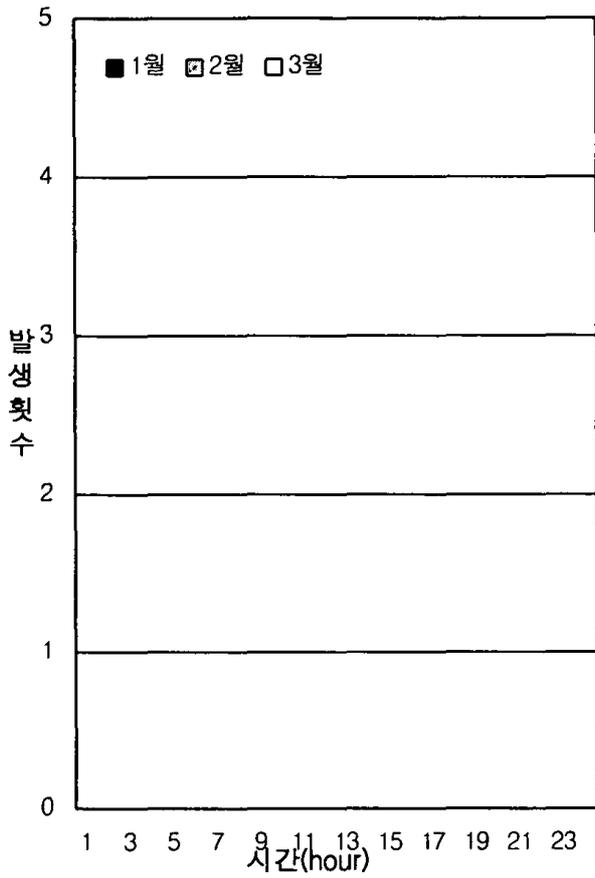


그림 18 원주의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 횟수

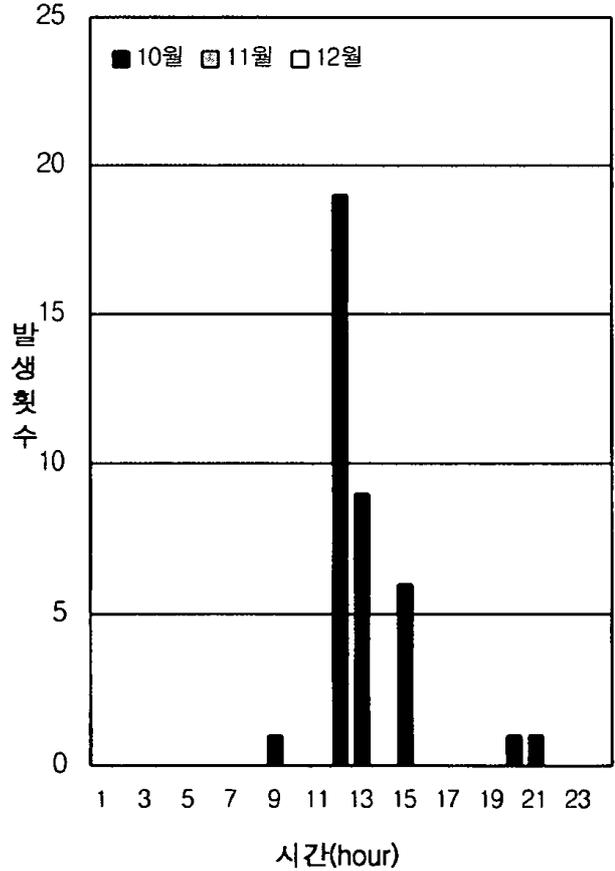
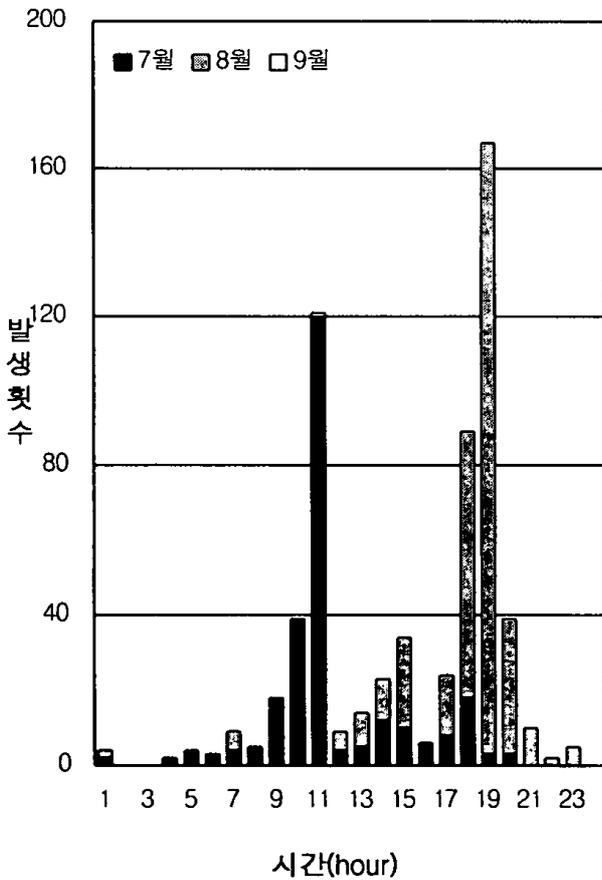
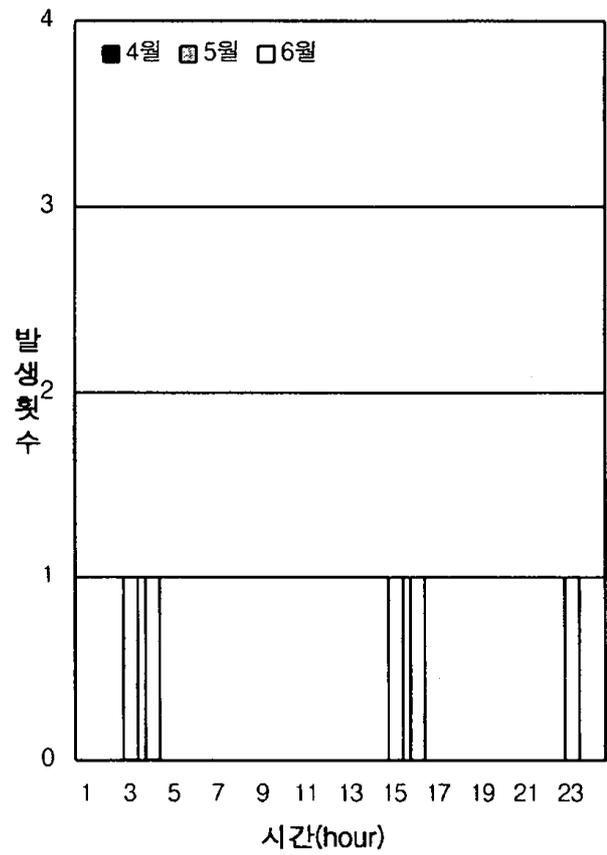
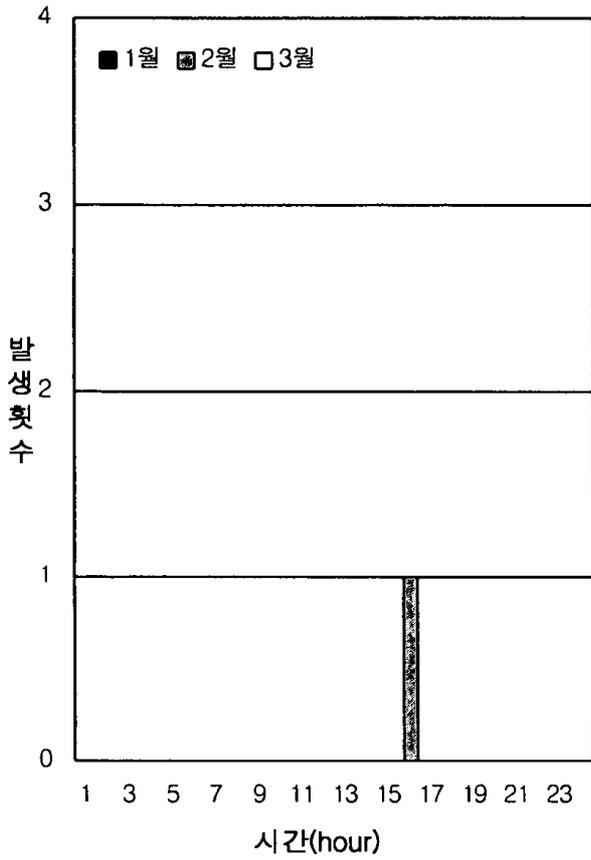


그림 19 대전의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 횟수

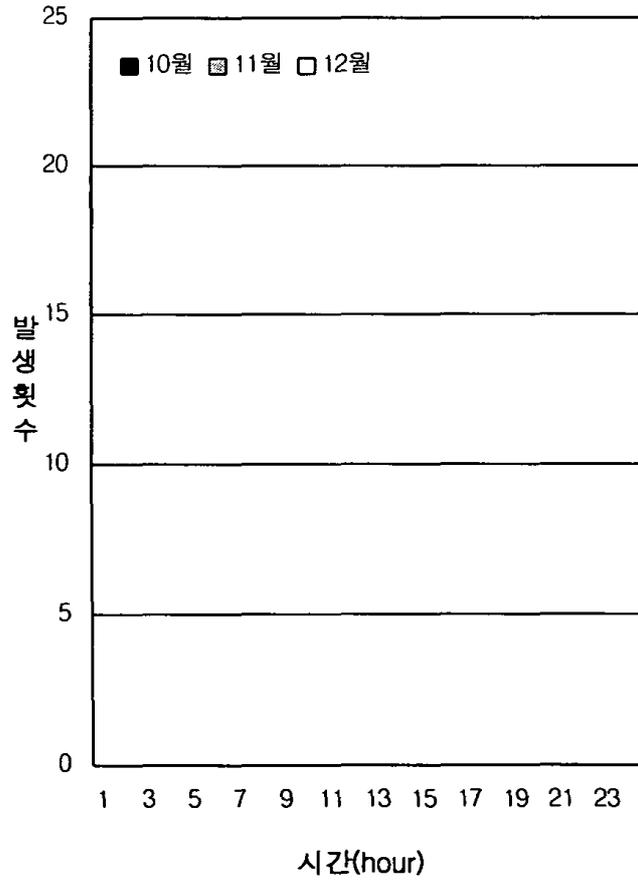
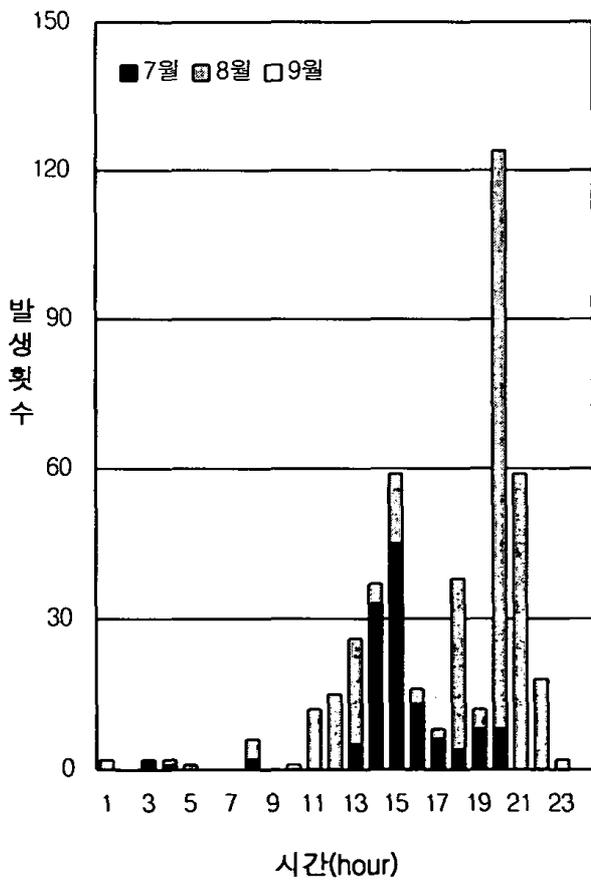
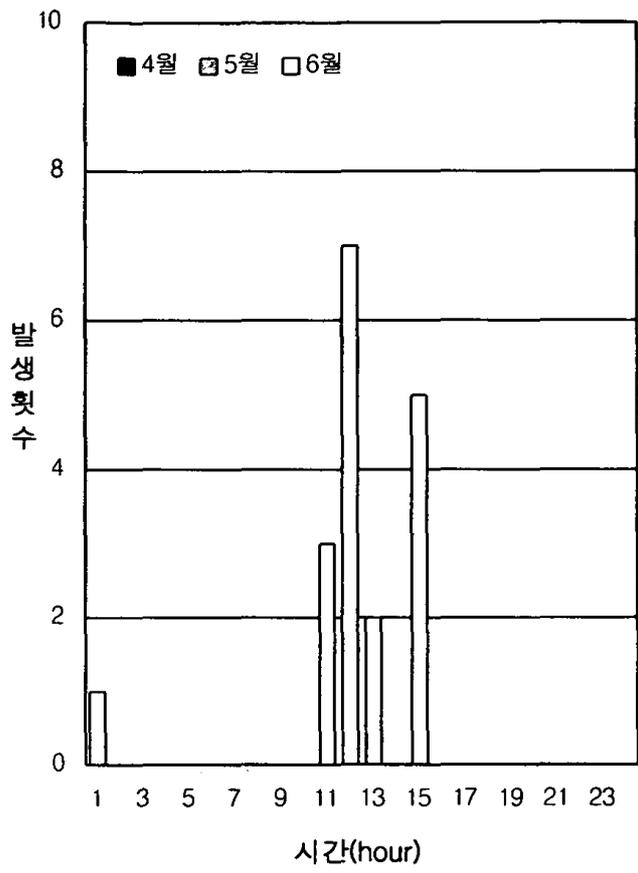
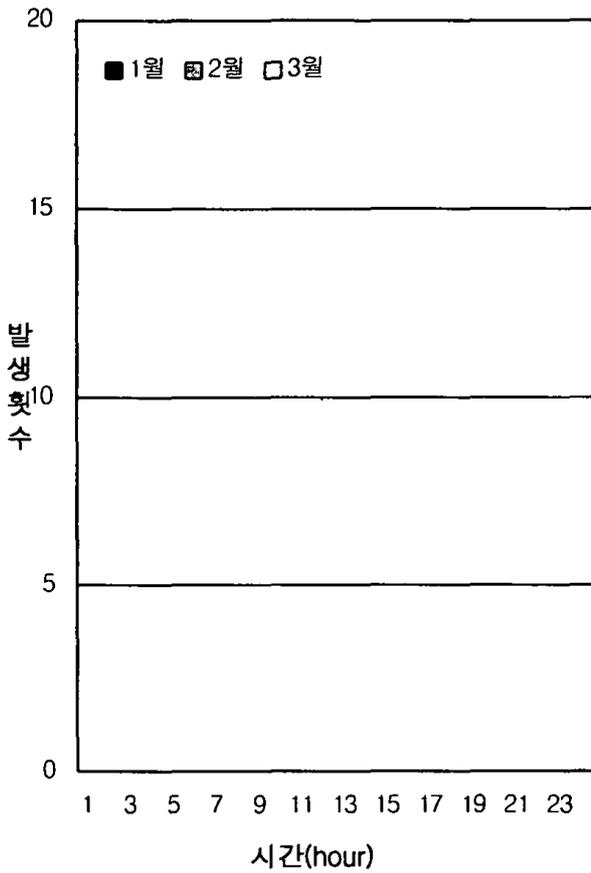


그림20 대구의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 횟수

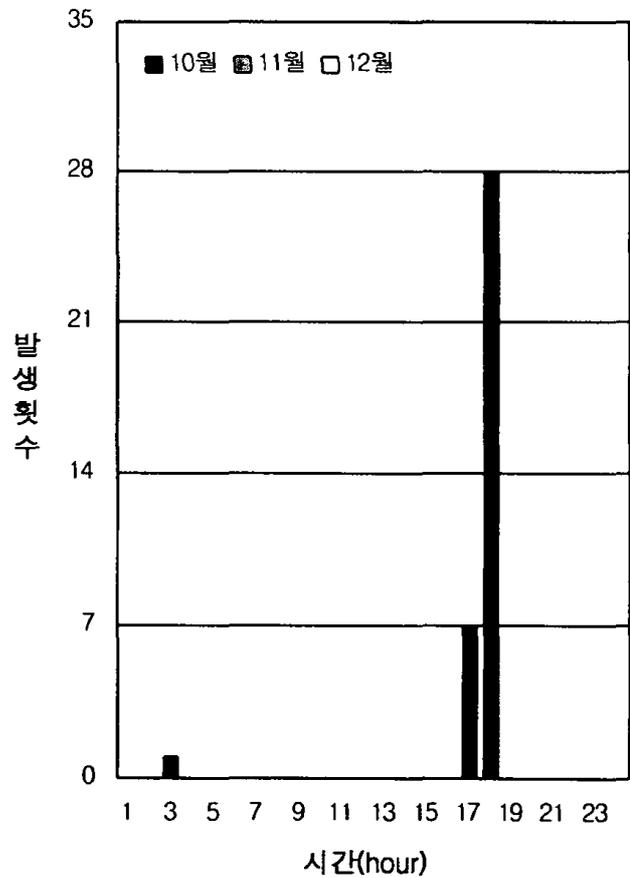
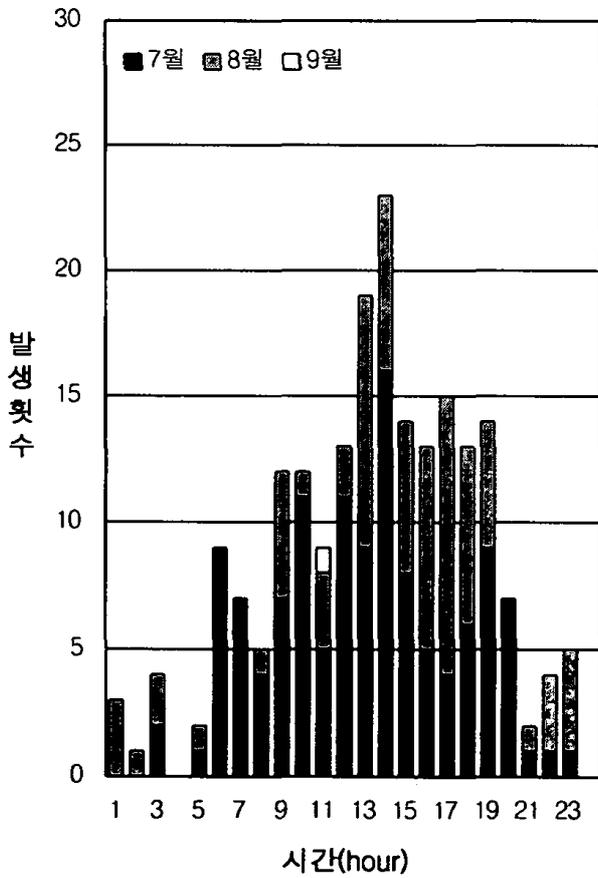
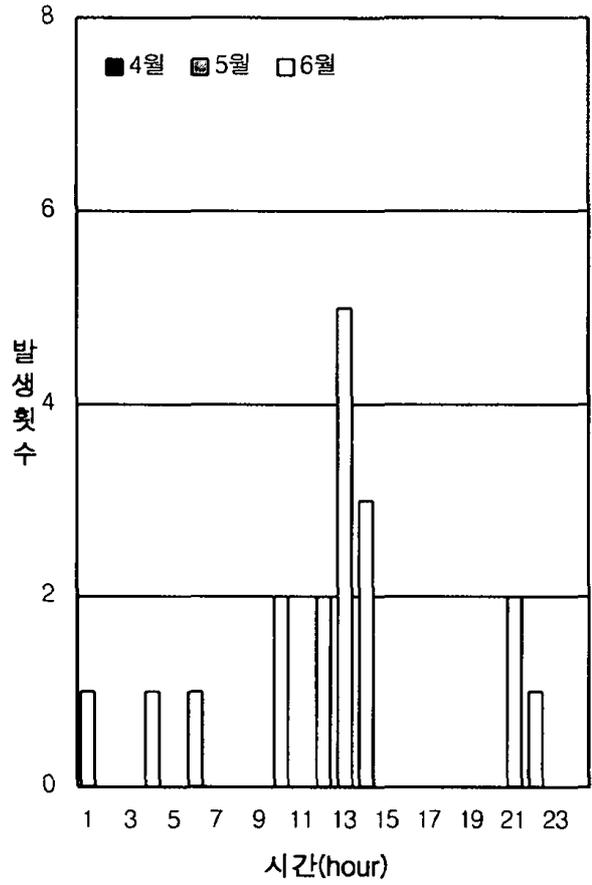
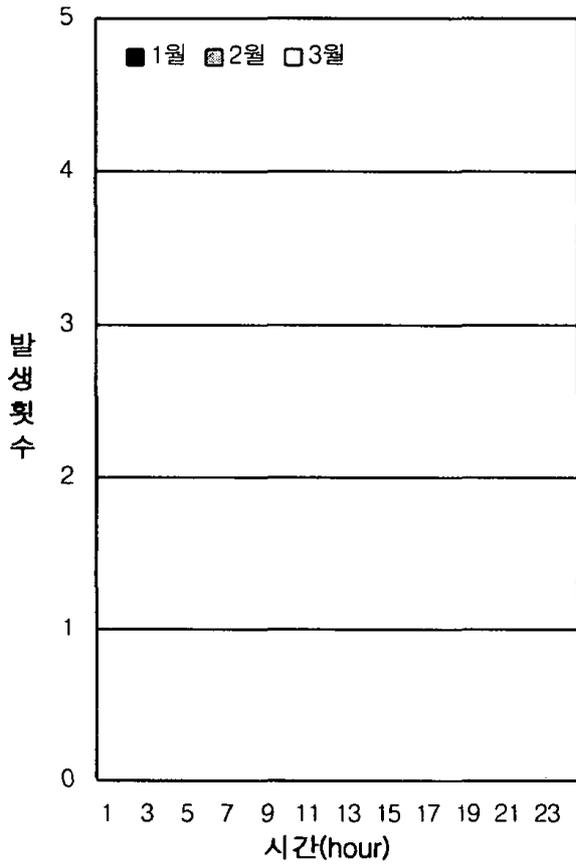


그림21 광주의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 횟수

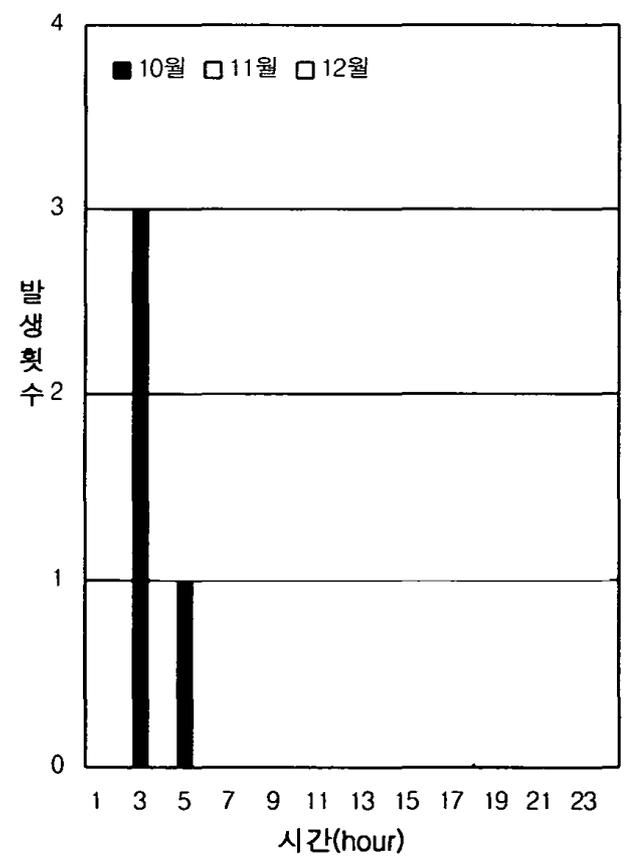
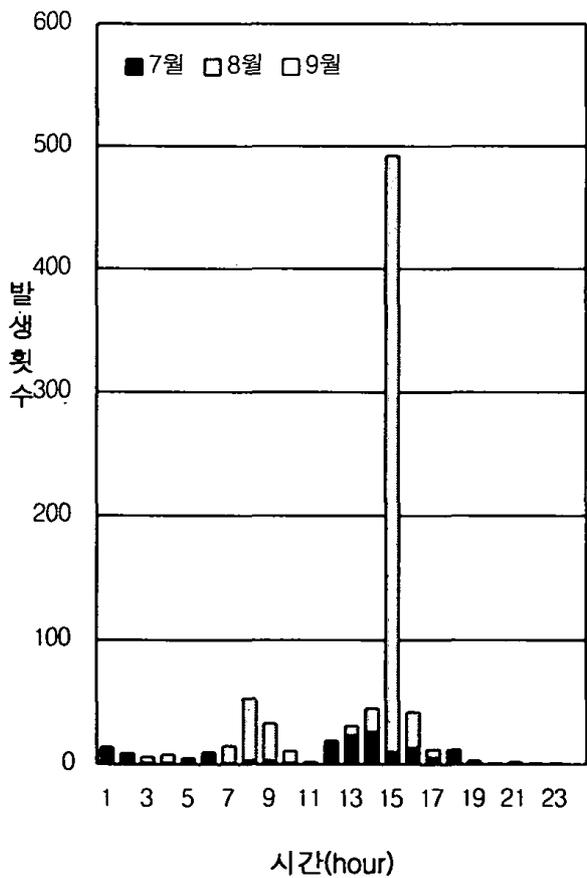
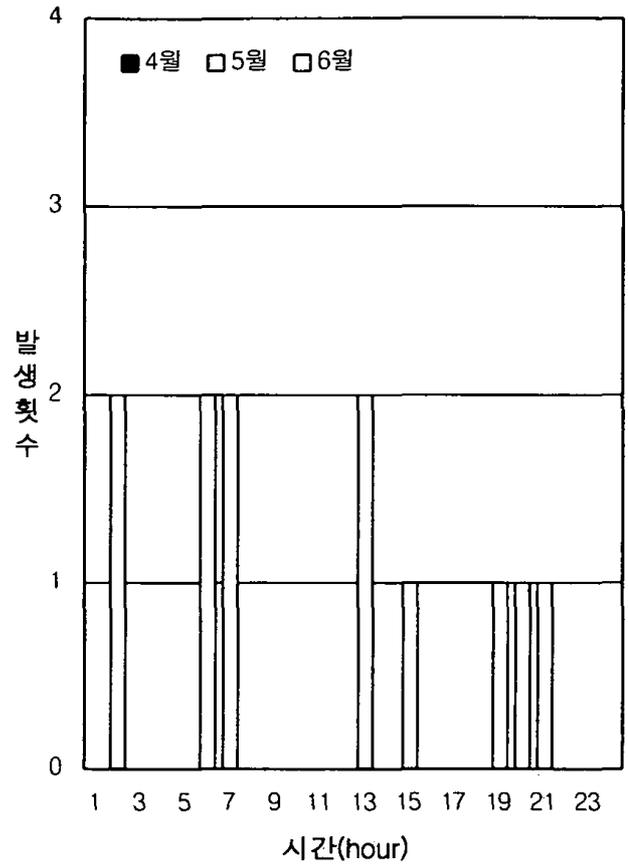
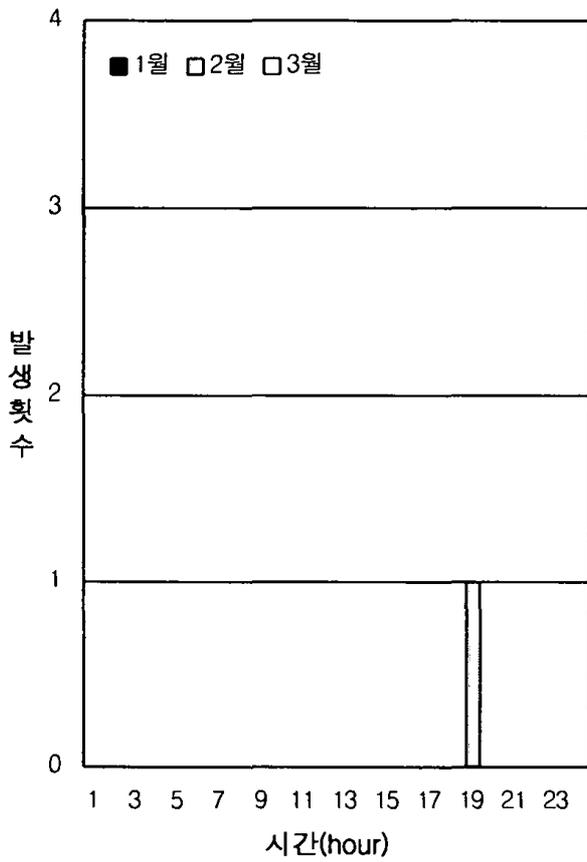


그림22 부산의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 횟수

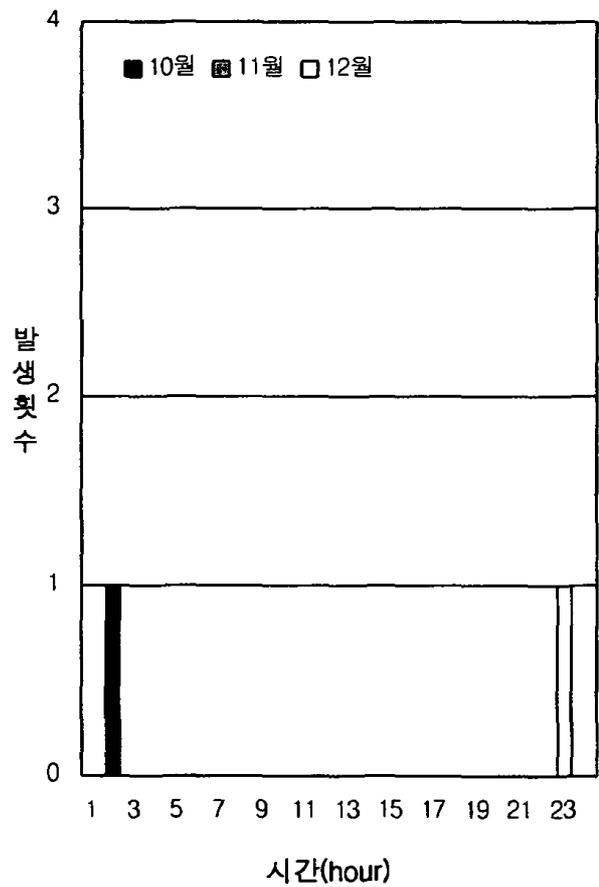
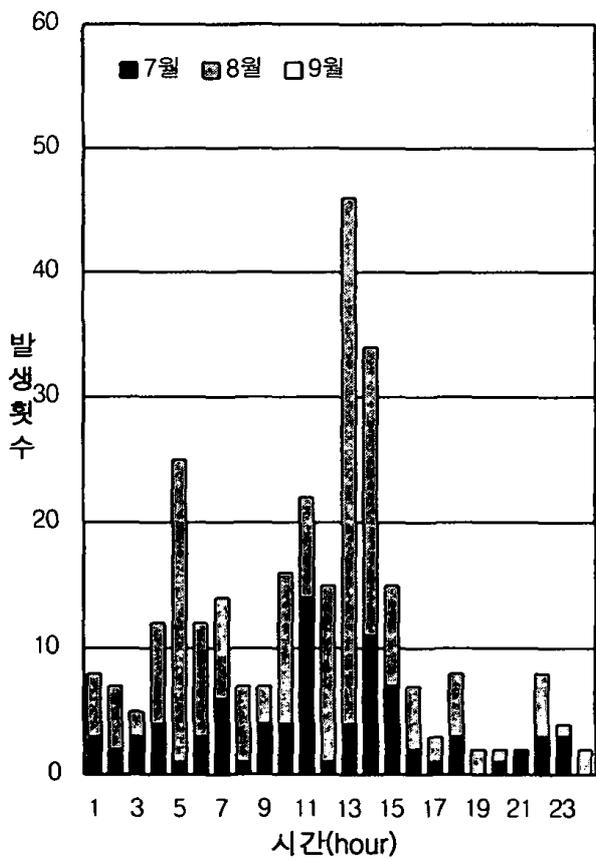
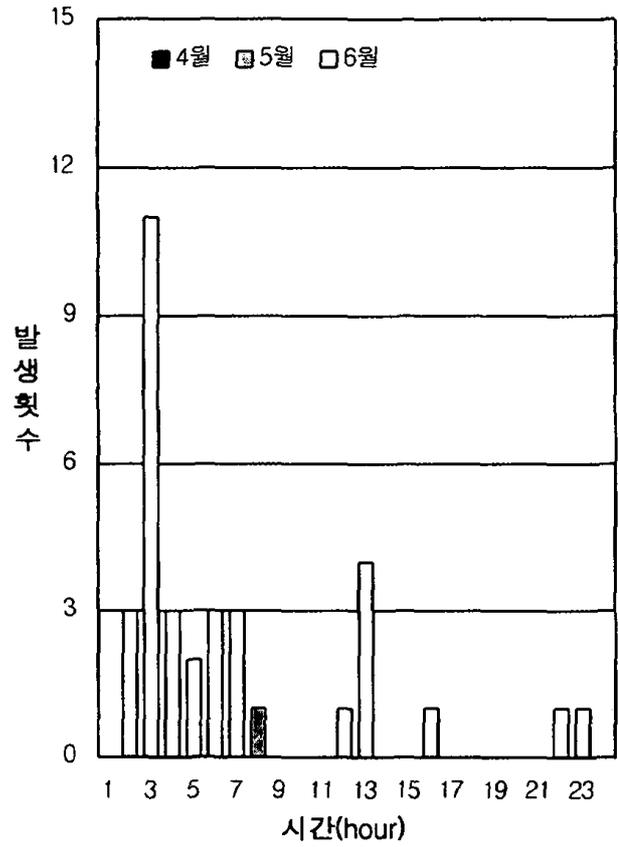
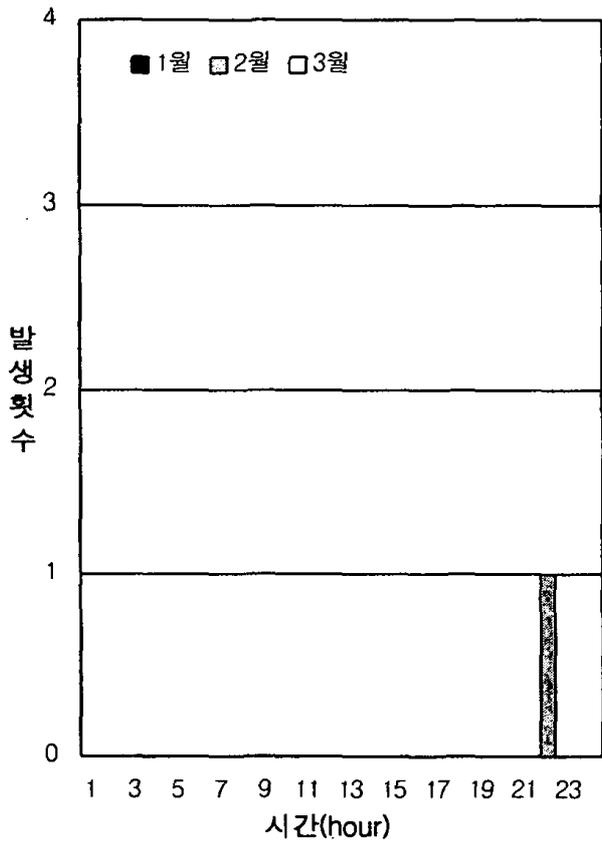


그림23 제주의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 횟수

## 2) 육지(5개 구역)의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

내륙 5개 지역에 대한 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도를 구하였으며, 내용은 표(부록A의 표A.13~표A.24)와 그림(그림24~그림28)으로 정리하였다.

### (1) 경기도의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림24).

- 1월에는 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 2월에는 9~10시 최고치가 나타났다.
- 5월에는 6~7시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 2~3시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 10~11시 최고치가 나타났다.
- 8월에는 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 7~8시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 19~20시에 최고치가 나타났다.

### (2) 강원도의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림25).

- 3월에는 21~22시에 최고치가 나타났다.
- 5월에는 13~14시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 2~3시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 16~ 17시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 8~9시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 8~ 9시에 최고치가 나타났다.

### (3) 충청도의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림26).

- 1월에는 20~21시와 21~22시에 각각 1회 나타났다.
- 2월에는 9~10시와 15~16시에 최고치가 나타났다.
- 5월에는 0~ 1시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 3~4시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 6~ 7시에 최고치가 나타났다.

- 6월에는 23~0시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 21~22시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 18~19시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 1~2시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 15~16시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 22~23시에 최고치가 나타났다.

(4) 전라도의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림27).

- 1월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 2월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 3월에는 8~9시, 11~12시, 12~13시에 각각 1회 발생했다.
- 5월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 12~13시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 3~4시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 4~5시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 23~24시에 최고치가 나타났다.

(5) 경상도의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림28).

- 2월에는 17시와 18시에 최고치가 나타났다.
- 3월에는 20시와 21시에 최고치가 나타났다.
- 5월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 12~13시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 19~20시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 7~8시에 최고치가 나타났다.

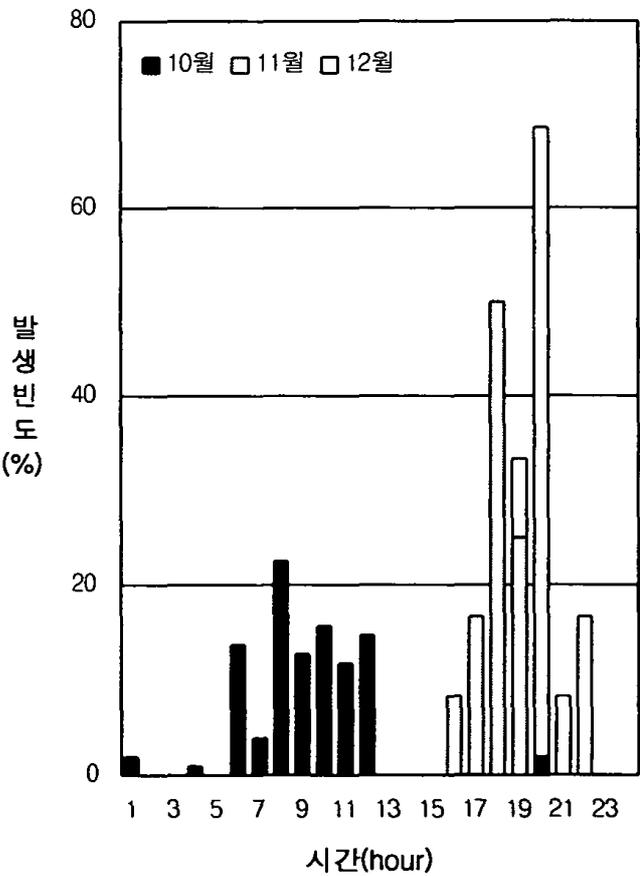
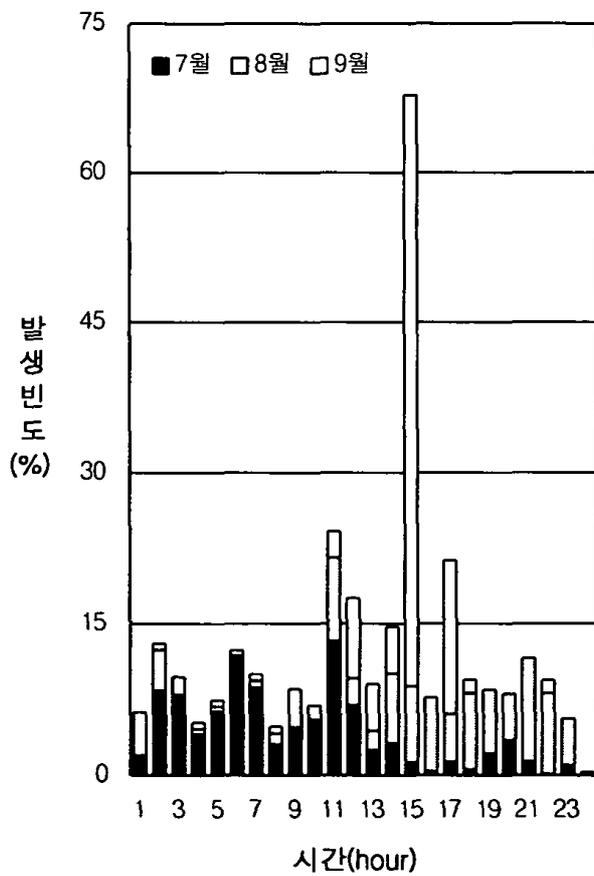
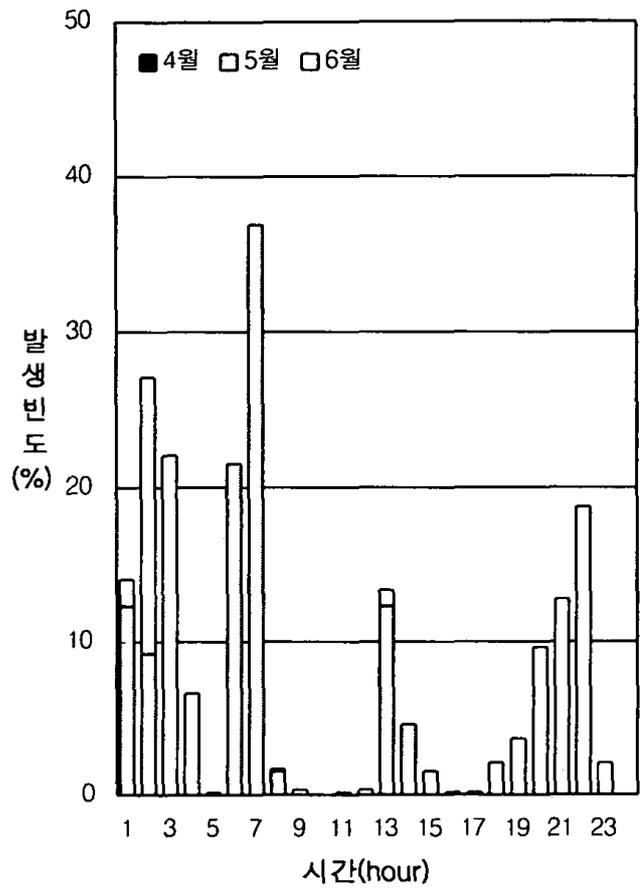
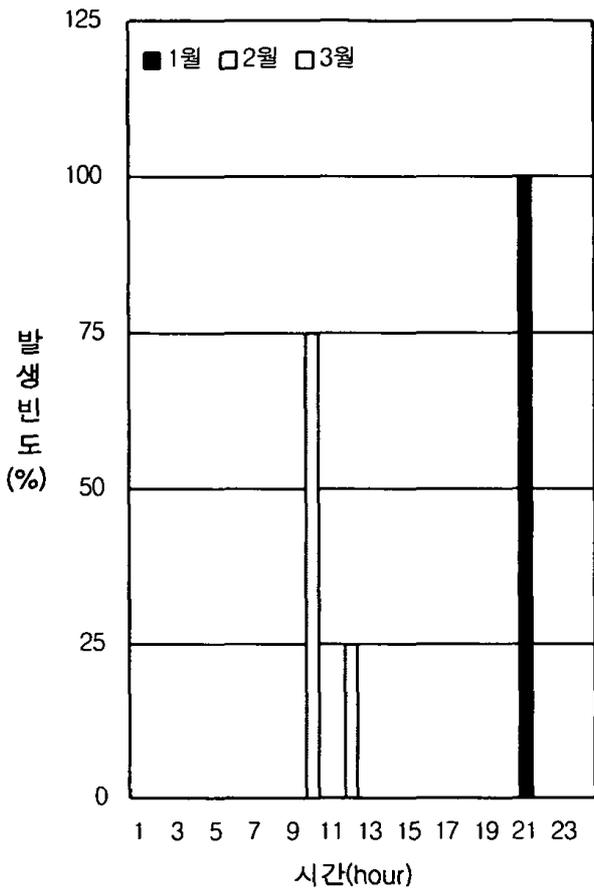


그림24 경기도의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

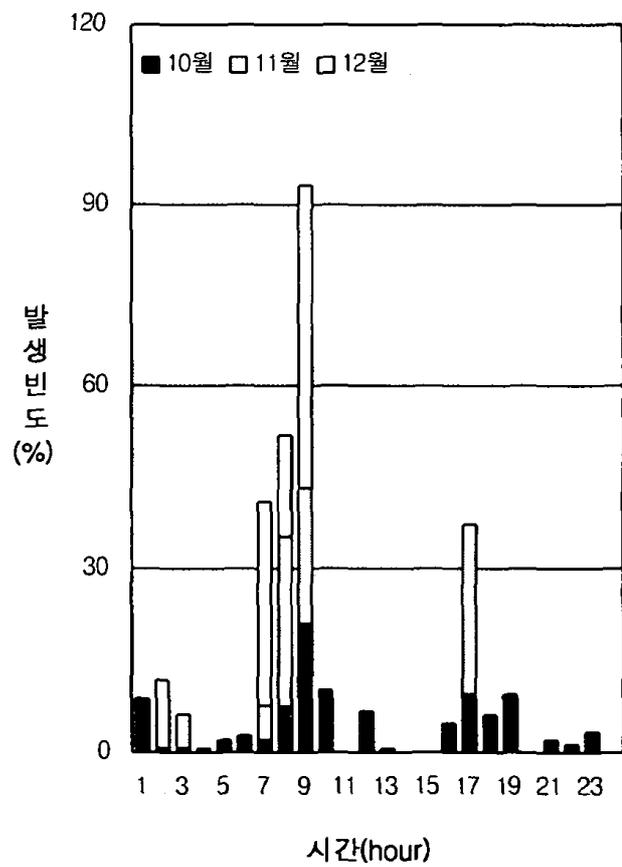
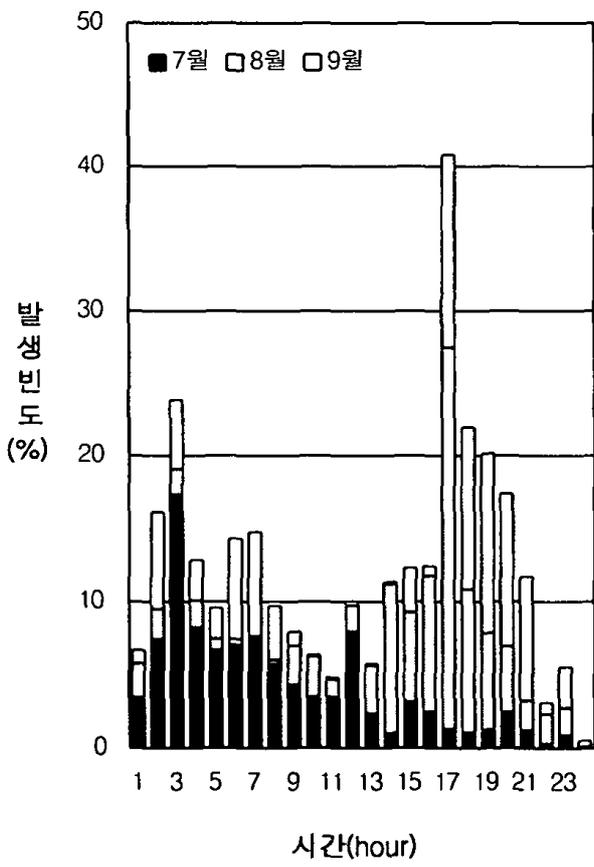
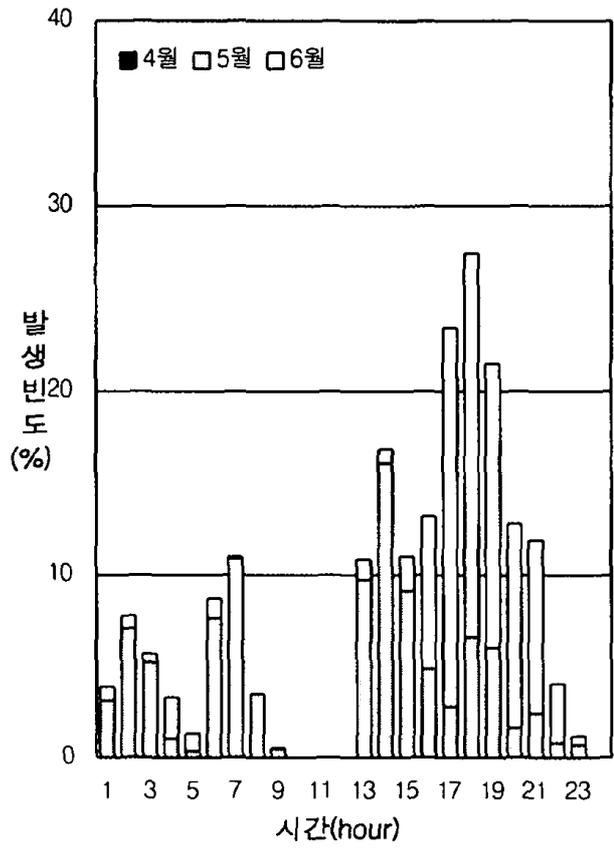
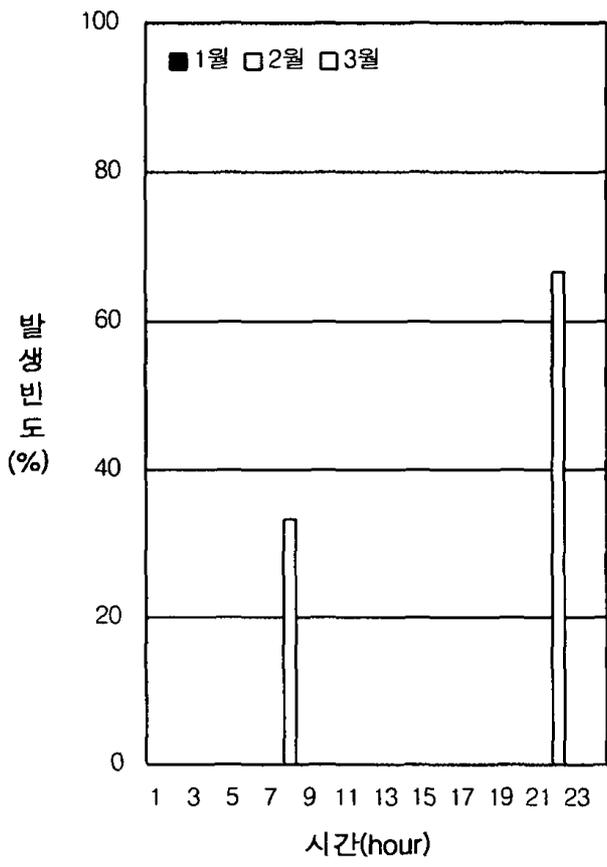


그림25 강원도의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

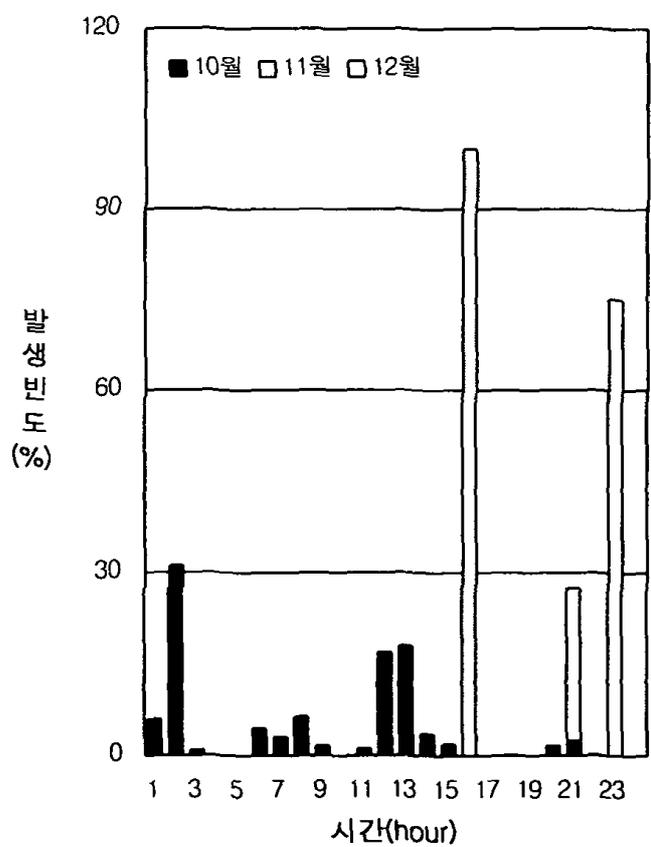
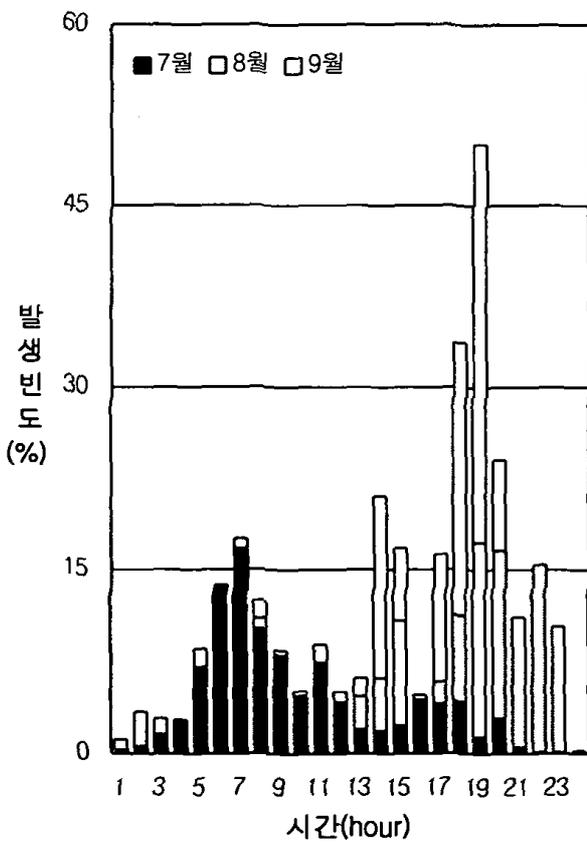
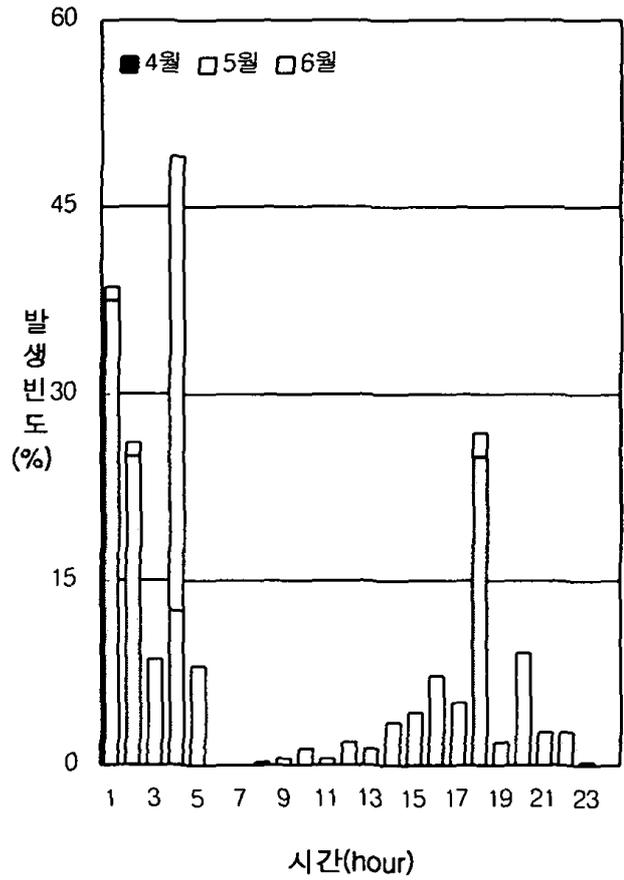
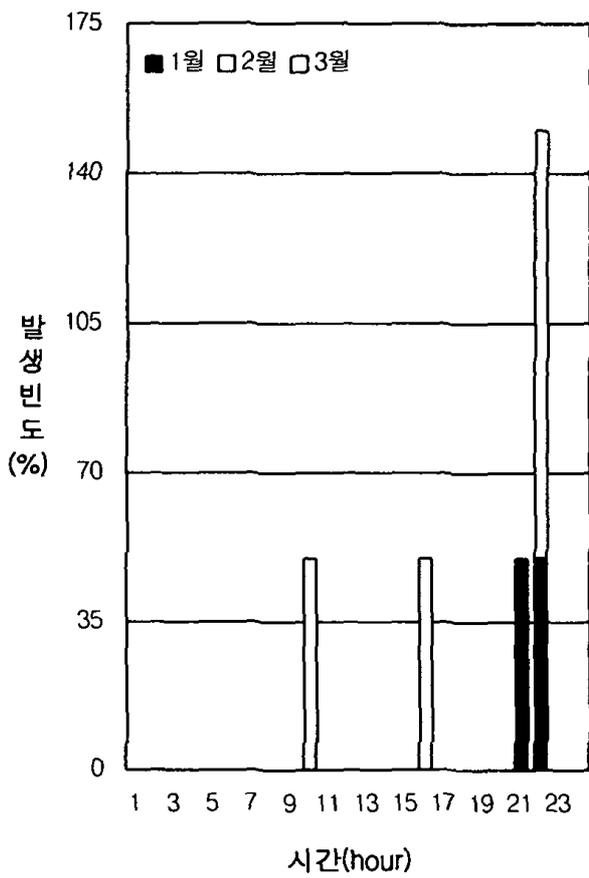


그림26 충청도의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

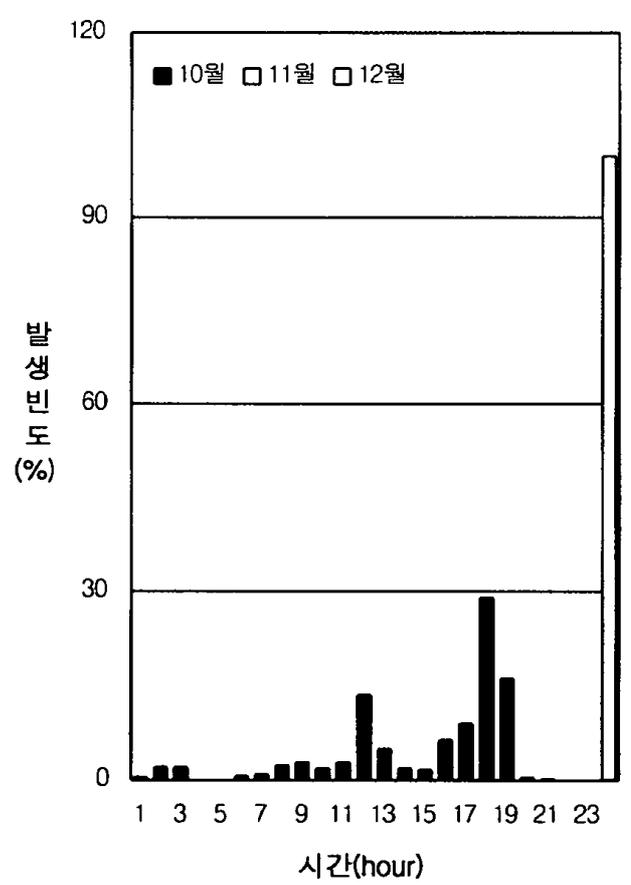
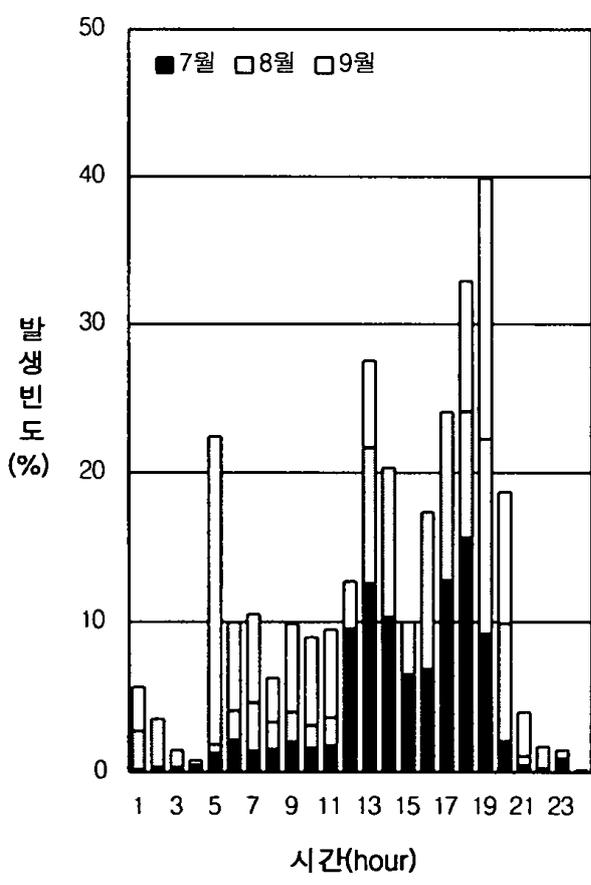
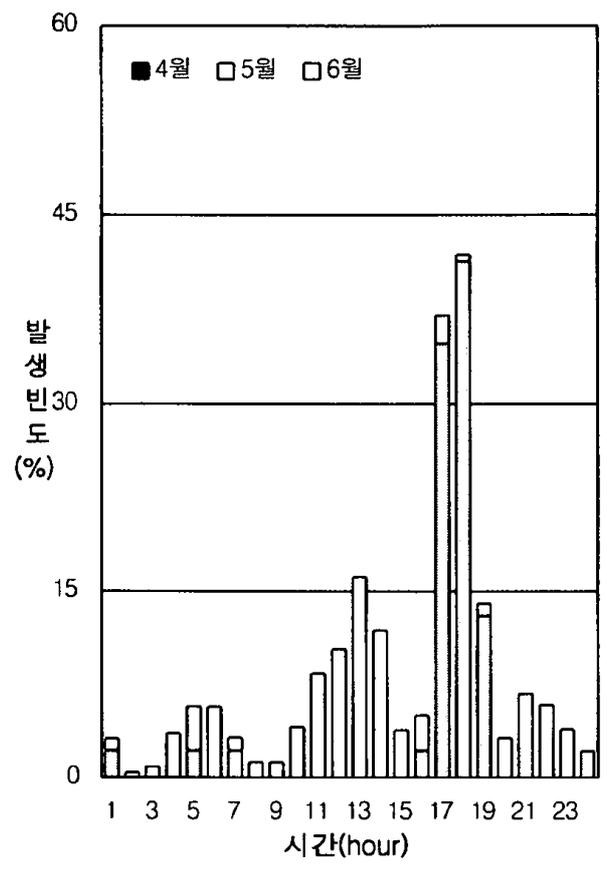
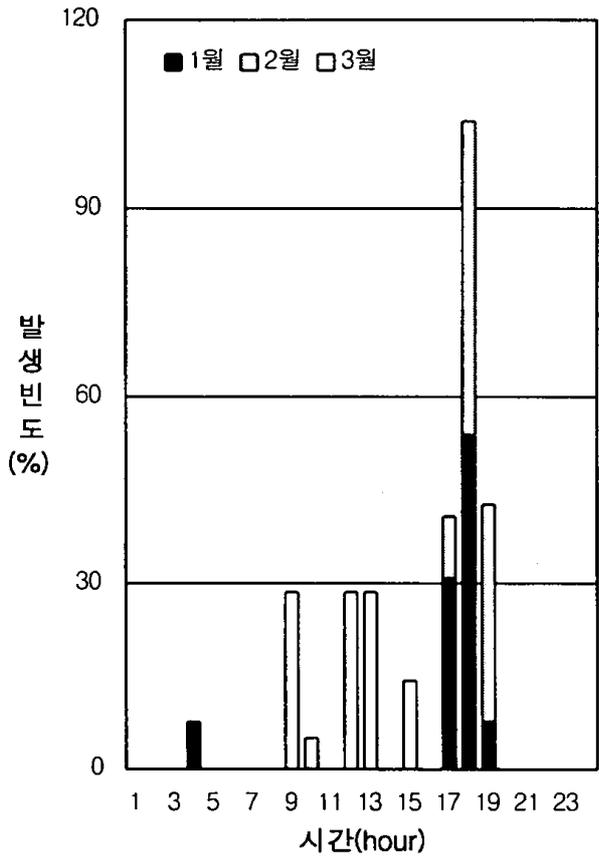


그림27 전라도의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

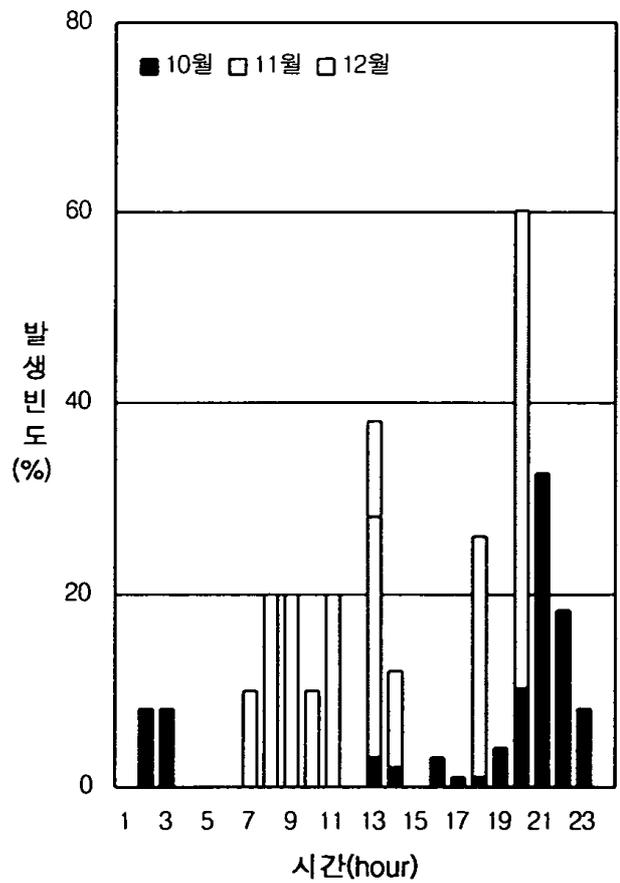
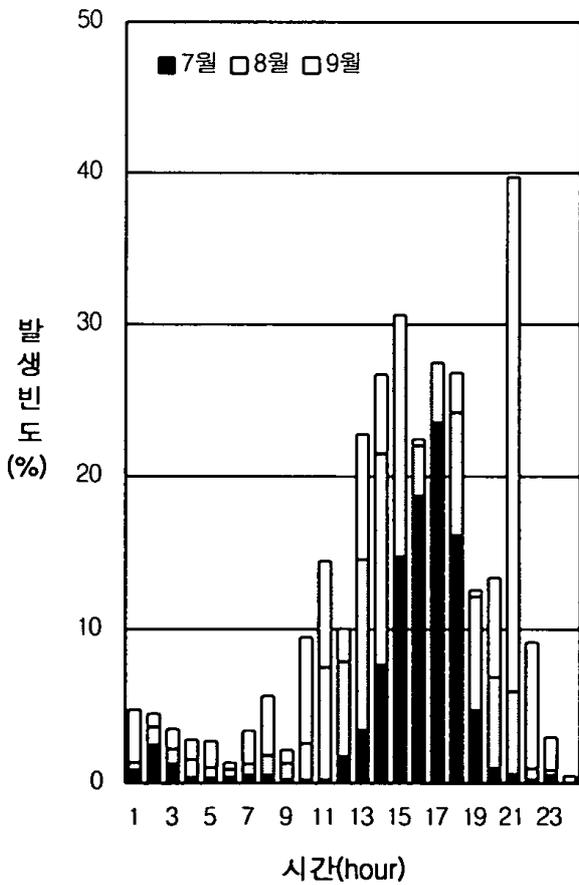
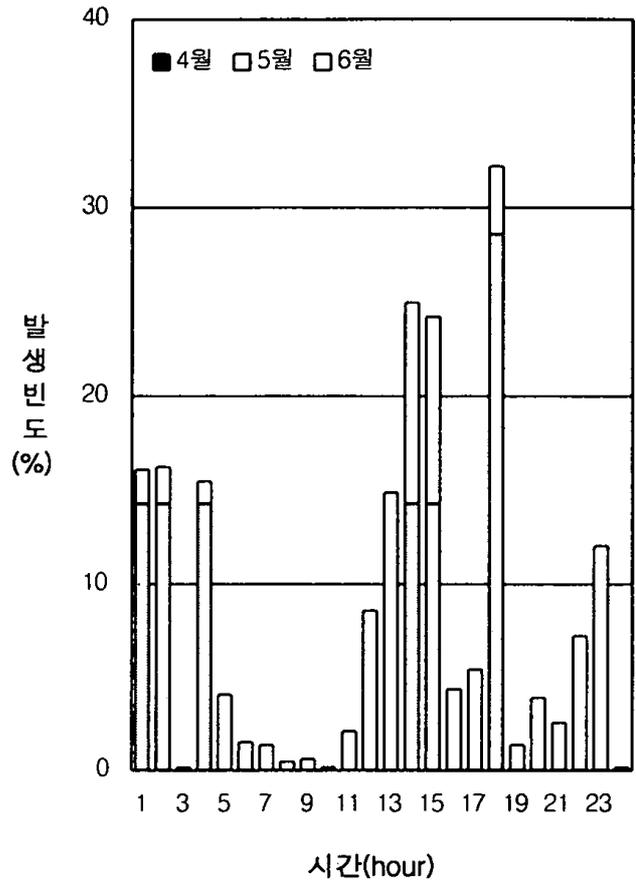
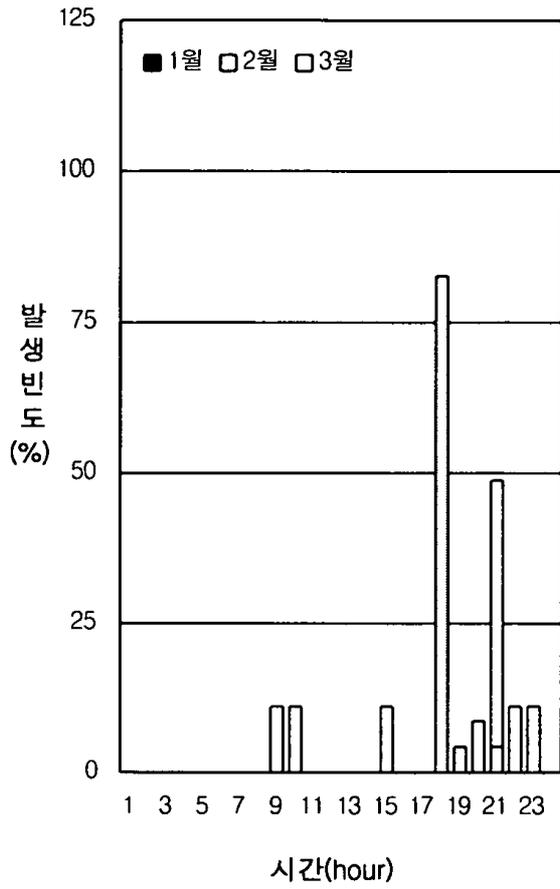


그림28 경상도의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

### 3) 해상(5개 구역)의 시간에 따른 월별낙뢰 발생 빈도

해상 5개 지역에 대한 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도를 구하였으며, 내용은 표(부록A의 표A.13~표A.24)와 그림(그림29~그림33)으로 정리하였다.

#### (1) 서해중부해상의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림29).

- 1월에는 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 2월에는 21~22시에 최고치가 나타났다.
- 3월에는 9~10시에 최고치가 나타났다.
- 5월에는 5~6시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 7~8시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 7~8시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 7~8시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 21~22시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 6~7시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 5~6시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 19~20시에 최고치가 나타났다.

#### (2) 서해 남부해상의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림30).

- 1월에는 2~3시에 최고치가 나타났다.
- 2월에는 6~7시에 최고치가 나타났다.
- 3월에는 13~14시에 최고치가 나타났다.
- 5월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 10~11시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 5~6시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 5~6시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 15~16시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 6~7시에 최고치가 나타났다.

(3) 남해상의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림31).

- 1월에는 8~9시에 최고치가 나타났다.
- 2월에는 18~19시에 최고치가 나타났다.
- 3월에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
- 5월에는 18~19에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 11~12시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 5~6에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 9~10시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 15~16시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 9~10시에 최고치가 나타났다.

(4) 동해남부해상의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림32).

- 1월에는 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 2월에는 21~22시에 최고치가 나타났다.
- 3월에는 22~23시에 최고치가 나타났다.
- 5월에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 12~13시에 최고치가 나타났다.
- 7월에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 4~5시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 23~24시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 10~11시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 8~9시에 최고치가 나타났다.

(5) 동해중부해상의 시간 따른 월별낙뢰 발생 빈도(그림43)

- 1월에는 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 2월에는 21~22시에 최고치가 나타났다.
- 3월에는 21~22시에 최고치가 나타났다.
- 5월에는 4~5시에 최고치가 나타났다.
- 6월에는 18~19시에 최고치가 나타났다.

- 7월에는 7~8시에 최고치가 나타났다.
- 8월에는 0~1시에 최고치가 나타났다.
- 9월에는 18~19시에 최고치가 나타났다.
- 10월에는 7~8시에 최고치가 나타났다.
- 11월에는 7~8시에 최고치가 나타났다.
- 12월에는 7~8시에 최고치가 나타났다.

## 나. 계절별, 시간별 낙뢰 발생 빈도

### 1) 주요도시 (8개시)의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도

전국적으로 일정거리를 감안한 주요도시 8개소에 대한 시간에 따른 계절별 낙뢰발생횟수를 구하였으며 내용은 표(부록A의 표A.25~표A.28)와 그림(그림34~그림41)으로 정리하였다.

#### (1) 서울의 시간에 따른 계절별 낙뢰발생횟수(그림 34).

- 봄에는 14~15시에 최고치가 나타났다 .
- 여름에는 13~14시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 3~4, 4~5, 5~6시에 각각 1회 발생했다.

#### (2) 강릉의 시간에 따른 계절별 낙뢰발생횟수(그림 35).

- 봄에는 14~15시에 최고치가 나타났다 .
- 여름에는 3~4시에 최고치가 나타났다 .

#### (3) 원주의 시간에 따른 계절별 낙뢰발생횟수(그림 36).

- 봄에는 1~2시에 최고치가 나타났다 .
- 여름에는 19~20시에 최고치가 나타났다 .

#### (4) 대전의 시간에 따른 계절별 낙뢰발생횟수(그림 37).

- 봄에는 2~3시에 최고치가 나타났다 .
- 여름에는 17~18시에 최고치가 나타났다.

- (5) 대구의 시간에 따른 계절별 낙뢰발생횟수(그림 38).
- 봄에는 14~15시에 최고치가 나타났다 .
  - 여름에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- (6) 광주의 시간에 따른 계절별 낙뢰발생횟수(그림 39).
- 봄에는 9~10시에 최고치가 나타났다 .
  - 여름에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
  - 가을에는 12~13시에 최고치가 나타났다.
  - 겨울에는 7~8시와 9~10시에 각각 1회 발생했다.
- (7) 부산의 시간에 따른 계절별 낙뢰발생횟수(그림 40).
- 봄에는 13~14시에 최고치가 나타났다 .
  - 여름에는 15~16시에 최고치가 나타났다.
  - 가을에는 6~7시에 최고치가 나타났다 .
- (8) 제주의 시간에 따른 계절별 낙뢰발생횟수(그림 41).
- 여름에는 18~19시에 최고치가 나타났다.
  - 가을에는 8~9시에 최고치가 나타났다.

## 2) 육지(5개 구역)의 시간에 따른 계절별 낙뢰발생 빈도

내륙 5개 지역에 대한 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도를 구하였으며 내용은 표(부록A의 표A.29~표A.32)와 그림(그림42 ~그림46)으로 정리하였다.

(1) 경기도의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 42).

- 봄에는 6~7시에 최고치가 나타났다.
- 여름에는 10~11시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 14~15시에 최고치가 나타났다.

(2) 강원도의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 43).

- 봄에는 13~14시에 최고치가 나타났다.
- 여름에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 16~17시에 최고치가 나타났다.

(3) 충청도의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 44).

- 봄에는 0~1시에 최고치가 나타났다.
- 여름에는 6~7시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 1~2시에 최고치가 나타났다.

(4) 전라도의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 45).

- 봄에는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 여름에는 12~13시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 17~18시에 최고치가 나타났다.

(5) 경상도의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 46).

- 봄에는 20~21시에 최고치가 나타났다.
- 여름에는 14~15시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 20~21시에 최고치가 나타났다.

### 3) 해상(5개 구역)의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도

해상 5개 지역에 대한 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도를 구하였으며, 내용은 표(부록A의 표A.29~표A.32)와 그림(그림47~그림51)으로 정리하였다.

(1) 서해중부해상의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 47).

- 봄에는 4~5시에 최고치가 나타났다.
- 여름에는 6~7시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 21~22시에 최고치가 나타났다.

(2) 서해남부해상의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 48).

- 봄에는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 여름에는 5~6시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 17~18시에 최고치가 나타났다.

(3) 남해상의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 49).

- 봄에는 18~19시에 최고치가 나타났다 .
- 여름에는 5~6시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 9~10시에 최고치가 나타났다.

(4) 동해남부해상의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 50).

- 봄에는 22~23시에 최고치가 나타났다 .
- 여름에는 4~5시에 최고치가 나타났다.
- 가을에는 12~13시에 최고치가 나타났다 .

(5) 동해중부해상의 시간에 따른 계절별 낙뢰 발생 빈도(그림 51).

- 봄에는 21~22시에 최고치가 나타났다 .
- 여름에는 0~1시에 최고치가 나타났다 .
- 가을에는 17~18시에 최고치가 나타났다.

## 다. 연간 시간별 낙뢰 발생 빈도

### 1) 주요도시 (8개시)의 시간에 따른 연간 낙뢰 발생 빈도

전국적으로 일정거리를 감안한 주요도시 8개소에 대한 시간에 따른 연간 낙뢰발생횟수를 구하였으며 내용은 표(부록A의 표A.33)와 그림(그림52~그림53)으로 정리하였다.

- 서울은 10~11시에 최고치가 나타났다(그림 52).
- 강릉은 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 원주는 2~3시에 최고치가 나타났다.
- 대전은 18~19시에 최고치가 나타났다.
- 대구는 19~20시에 최고치가 나타났다(그림53).
- 광주는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 부산은 14~15시에 최고치가 나타났다.
- 제주는 12~13시에 최고치가 나타났다.

### 2) 육지(5개 구역)의 시간에 따른 연간낙뢰 발생 빈도

내륙 5개 지역에 대한 시간에 따른 연간낙뢰 발생 빈도를 구하였으며 내용은 표(부록A의 표A.34)와 그림(그림54)으로 정리하였다.

- 경기도는 10~11시 최고치가 나타났다.
- 강원도는 16~17시에 최고치가 나타났다.
- 충청도는 6~7시에 최고치가 나타났다.
- 전라도는 17~18시에 최고치가 나타났다.
- 경상도는 14~15시에 최고치가 나타났다.

### 3) 해상(5개 구역)의 시간에 따른 연간낙뢰 발생 빈도

해상 5개 지역에 대한 시간에 따른 연간 낙뢰 발생 빈도를 구하였으며, 내용은 표(부록A의 표A.34)와 그림(그림55)으로 정리하였다.

- 서해중부해상은 6~7시에 최고치가 나타났다.
- 서해남부해상은 5~6시에 최고치가 나타났다.
- 남해상은 5~6시에 최고치가 나타났다.
- 동해남부해상은 4~5시에 최고치가 나타났다.
- 동해중부해상은 0~1시에 최고치가 나타났다.

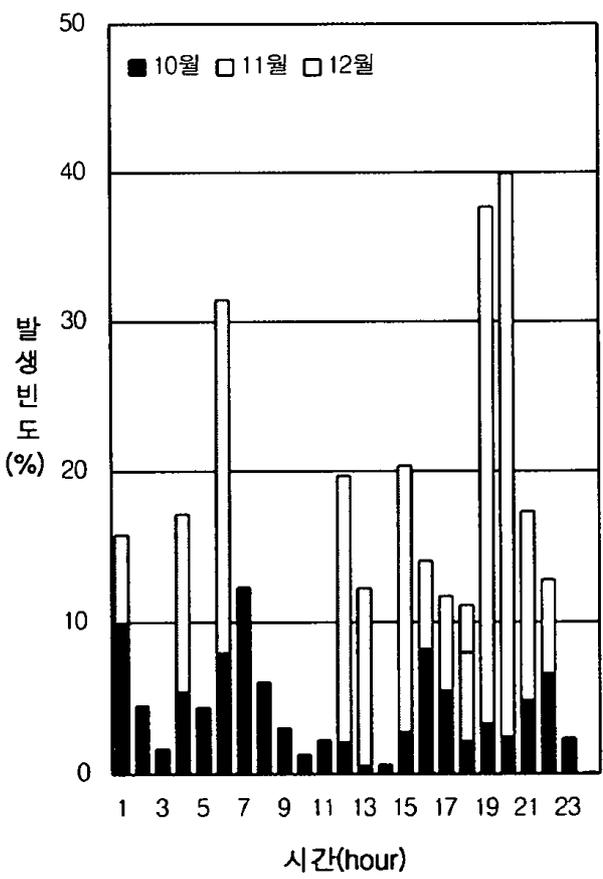
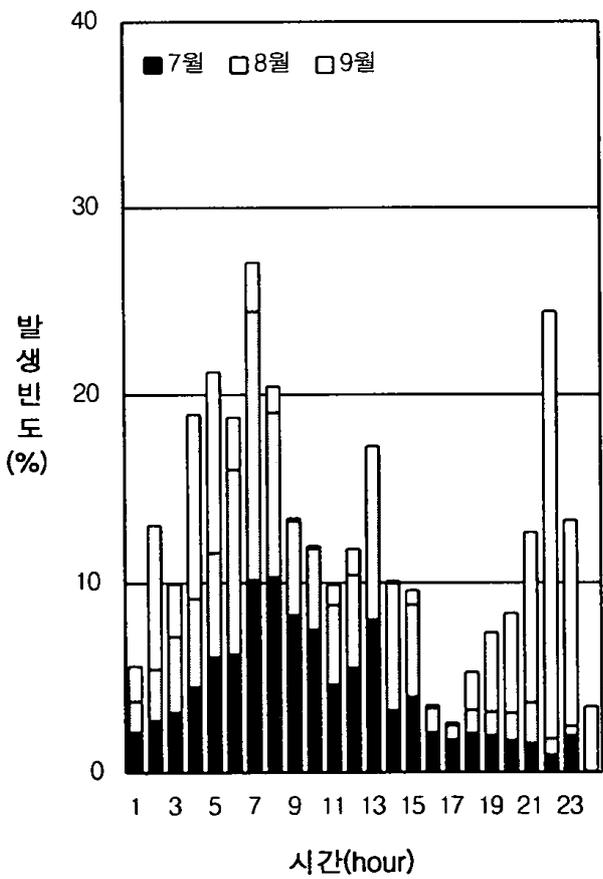
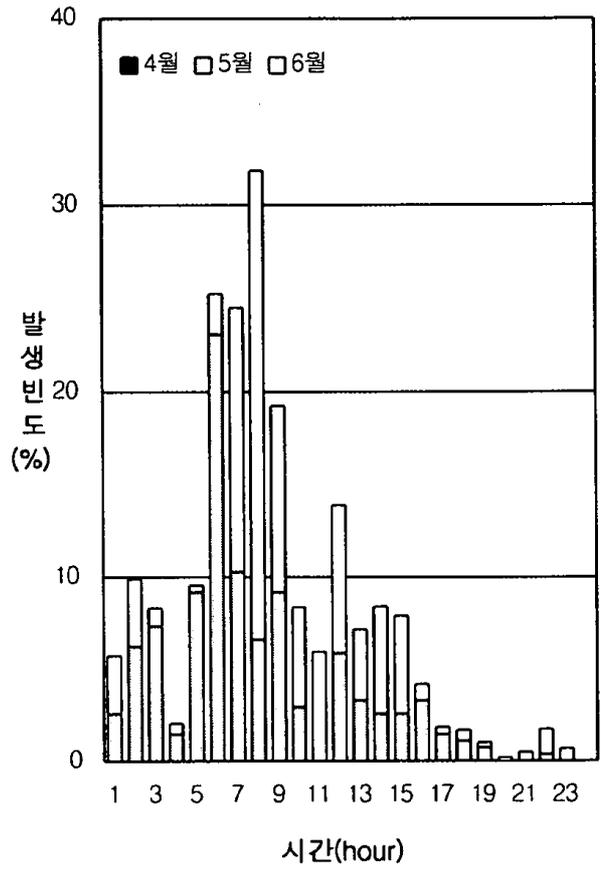
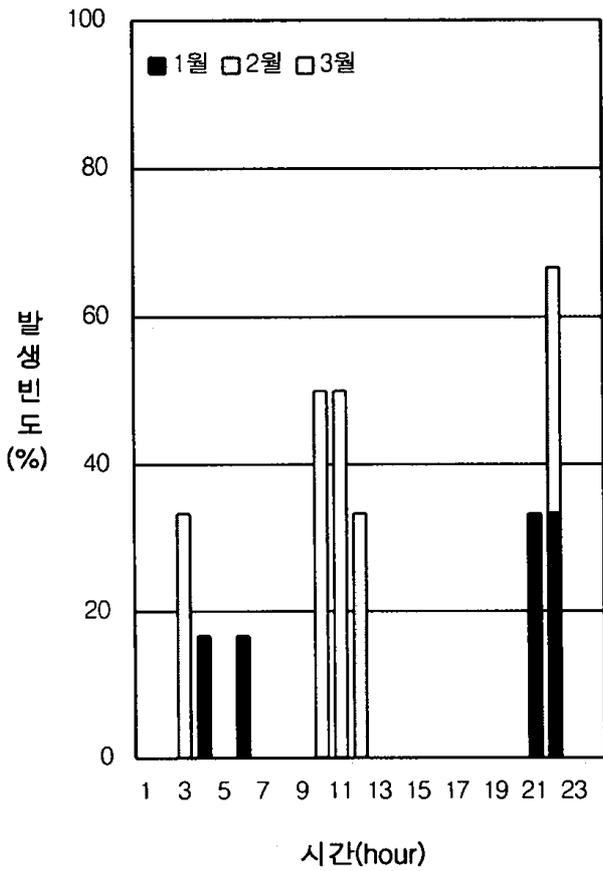


그림29 서해중부의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

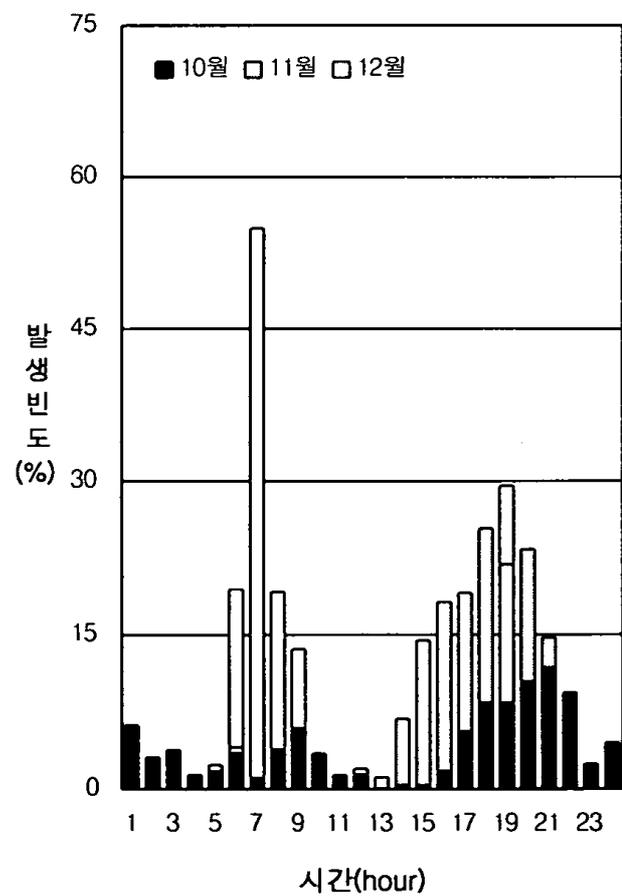
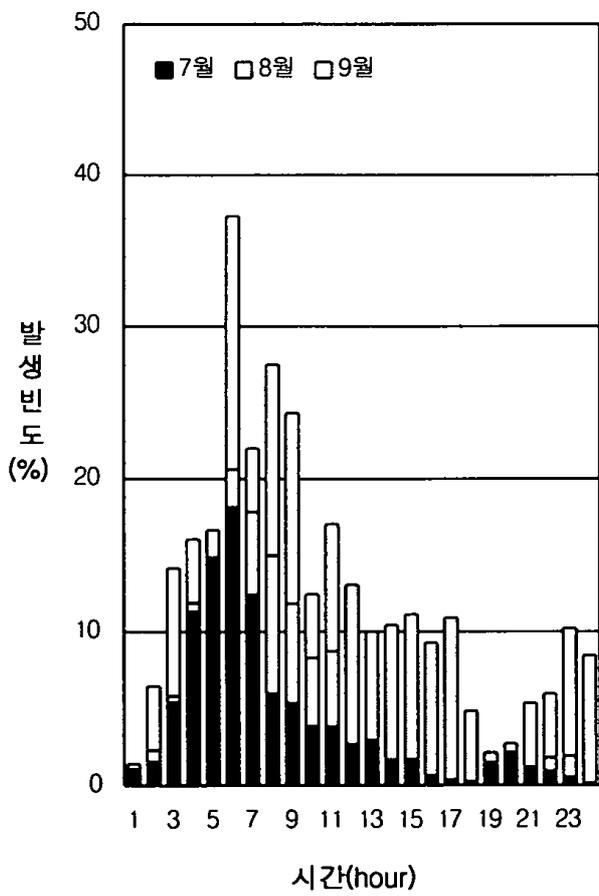
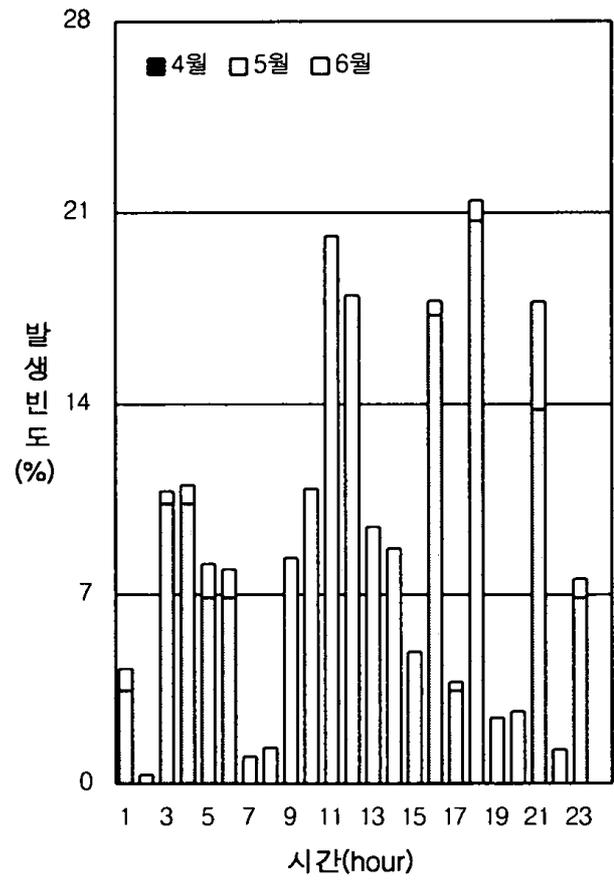
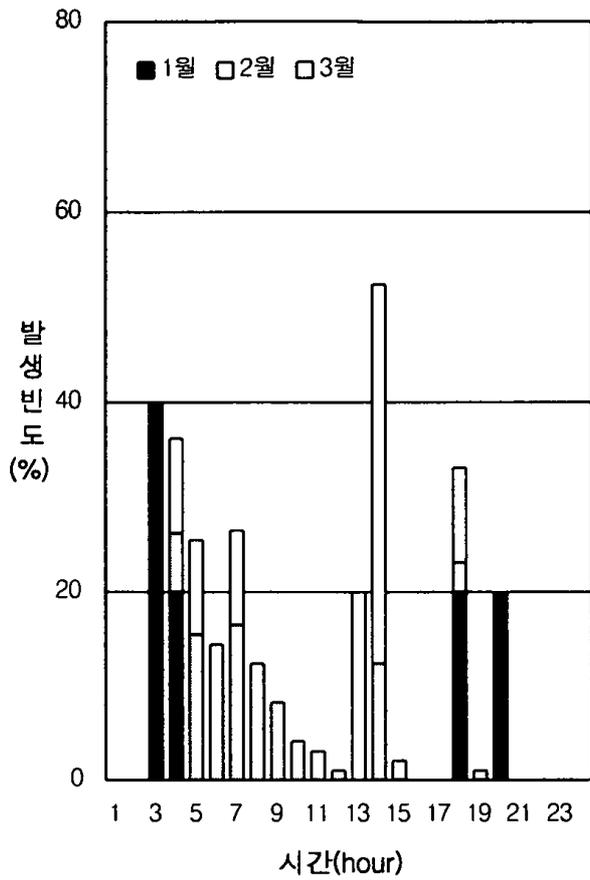


그림30 서해남부의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

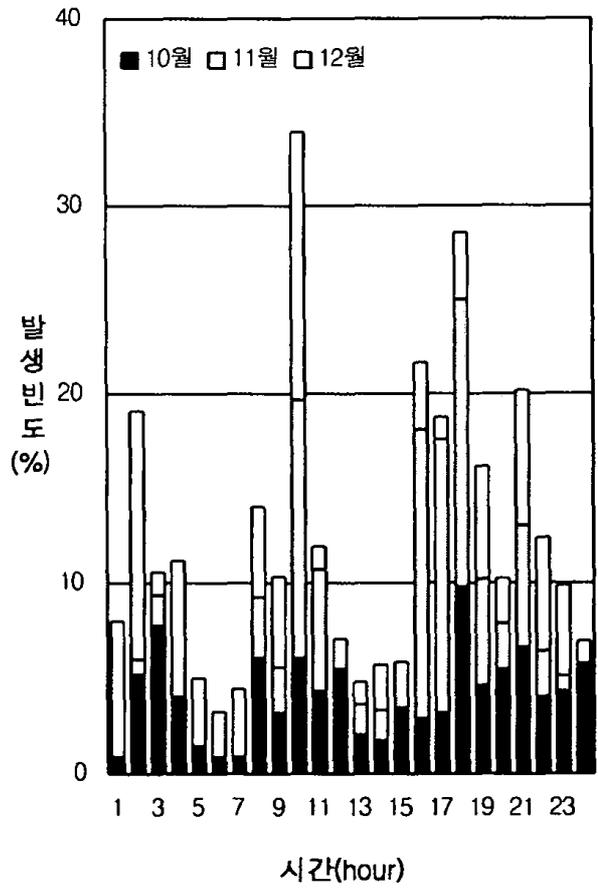
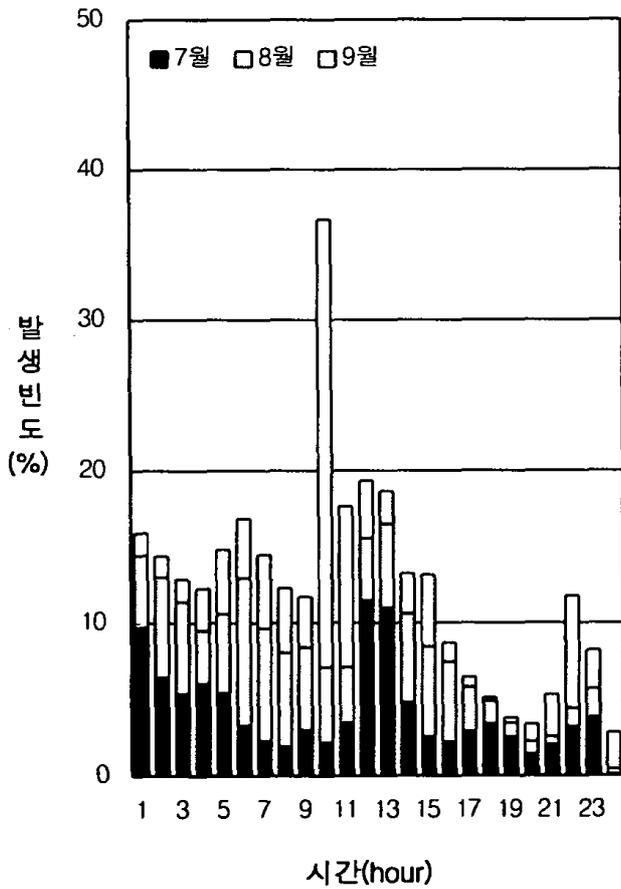
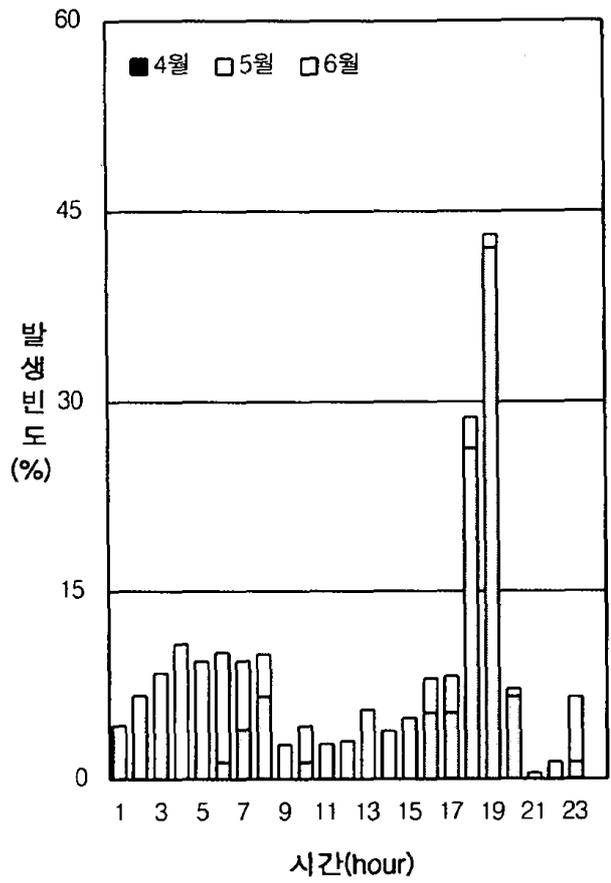
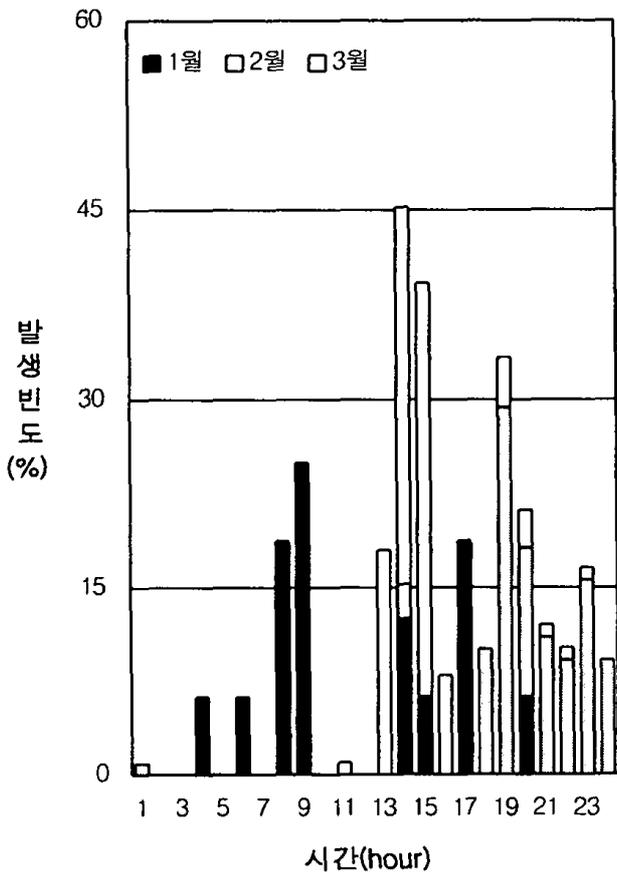


그림31 남해의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

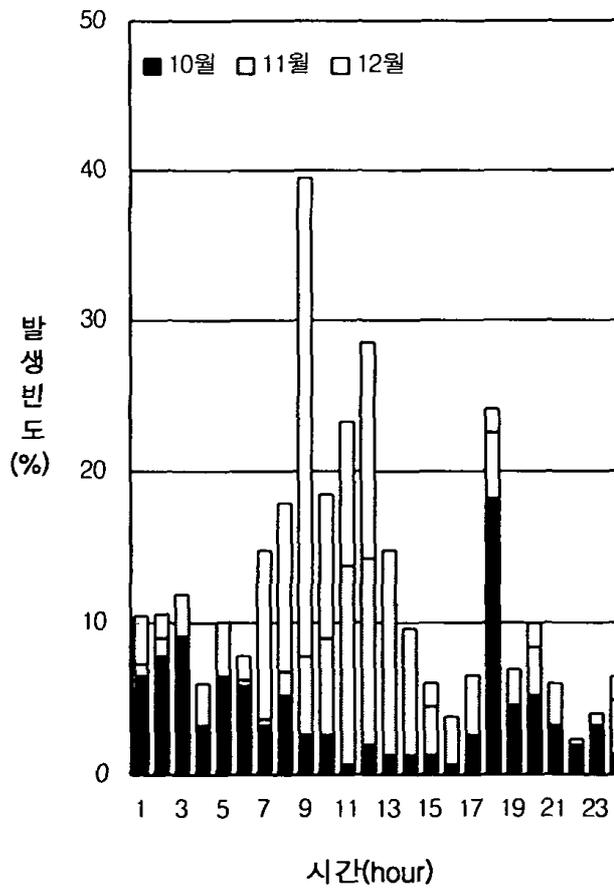
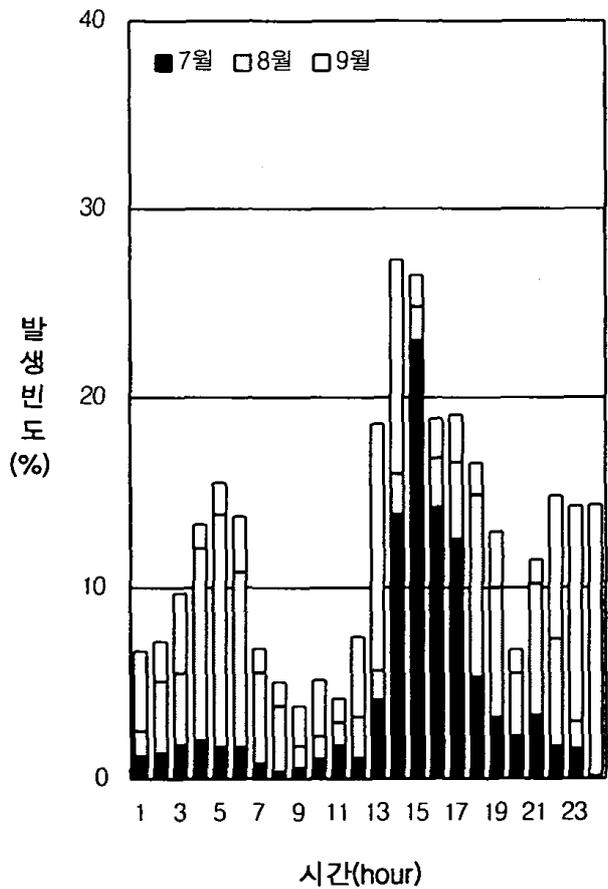
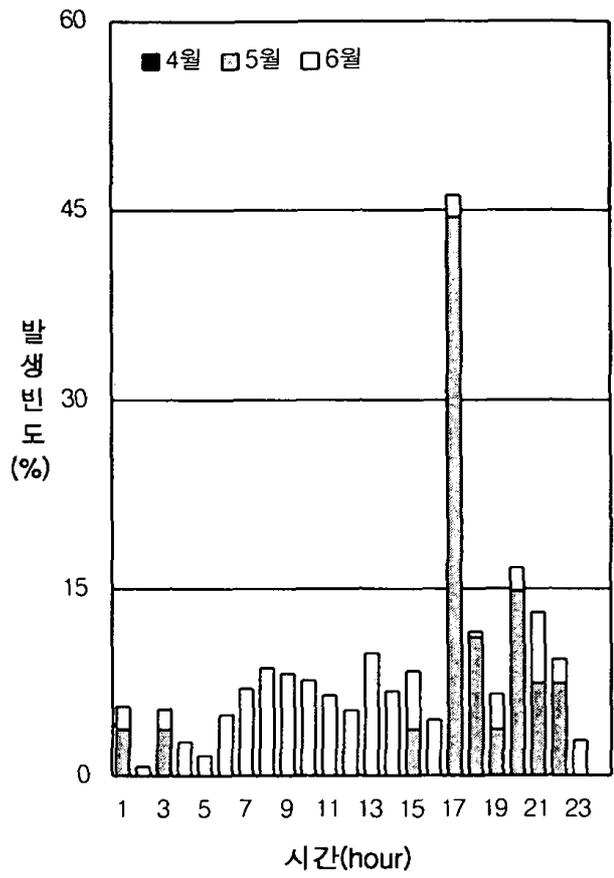
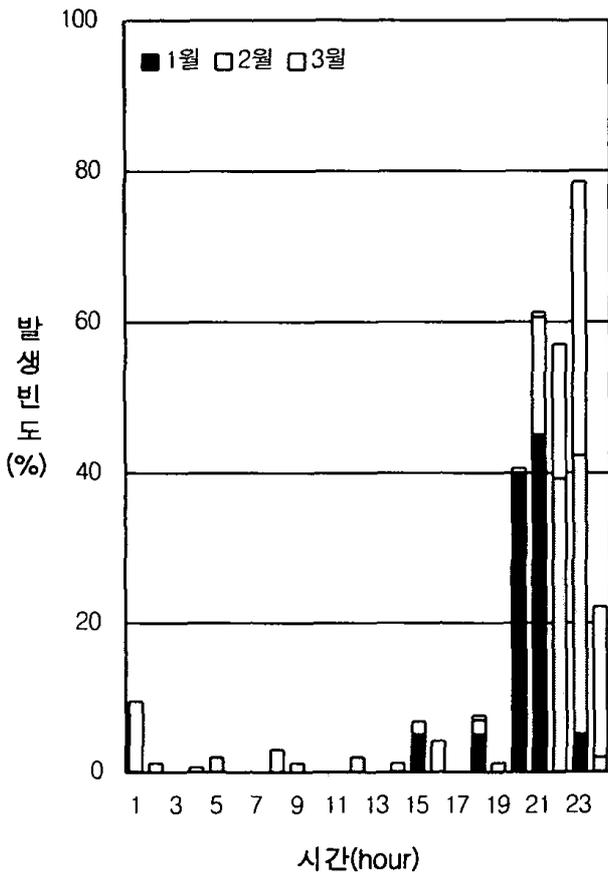


그림32 동해남부의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

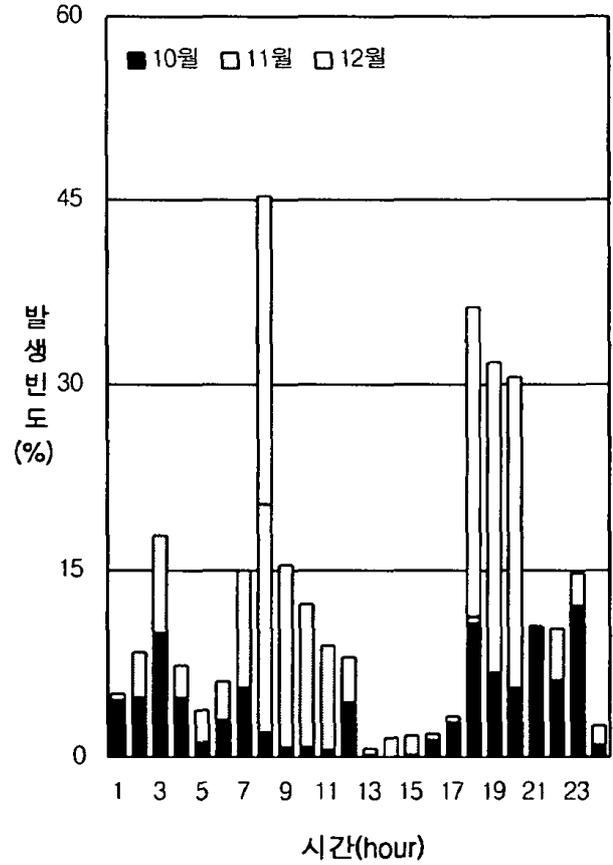
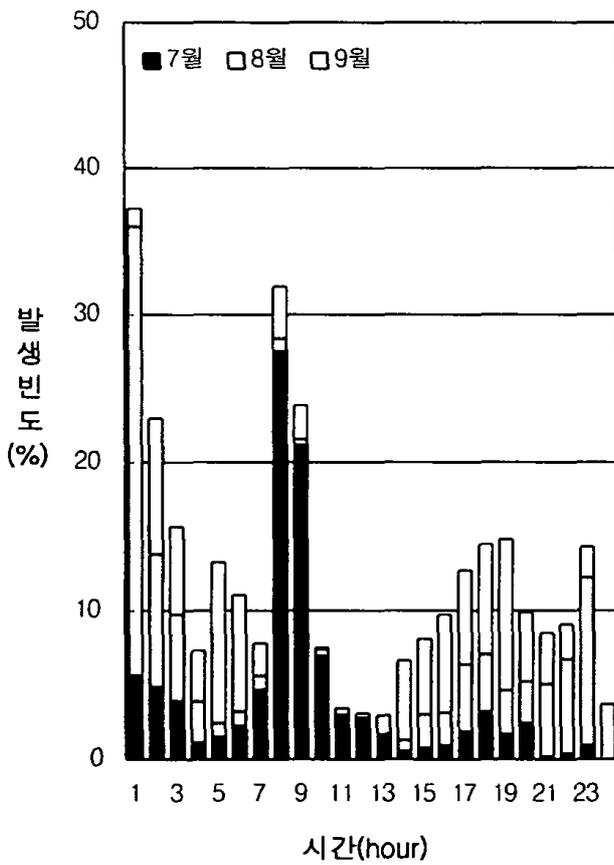
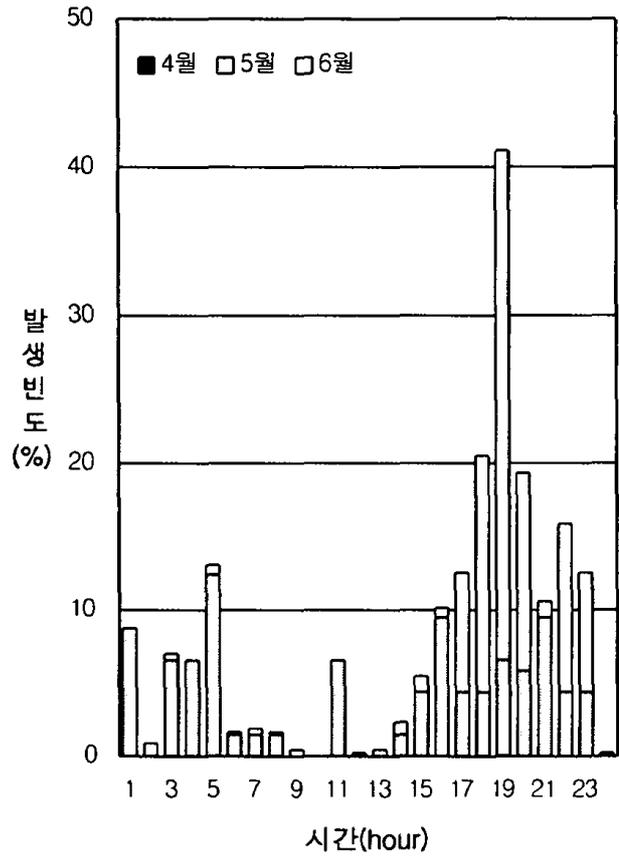
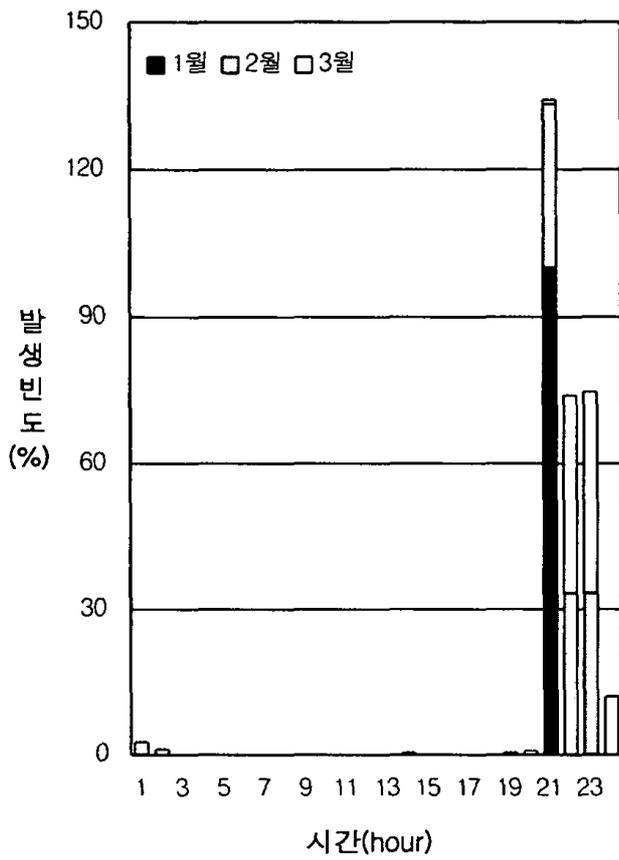


그림33 동해중부의 시간에 따른 월별 낙뢰 발생 빈도

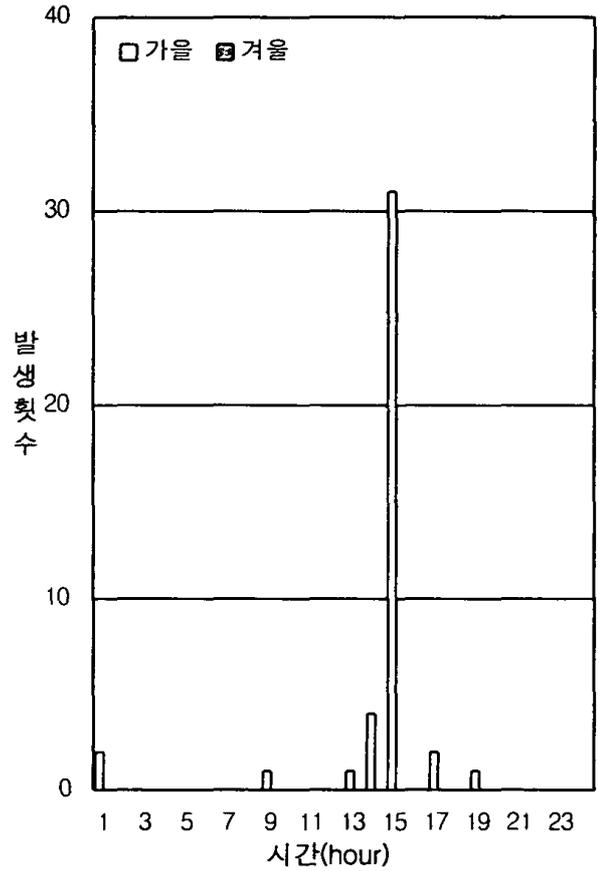
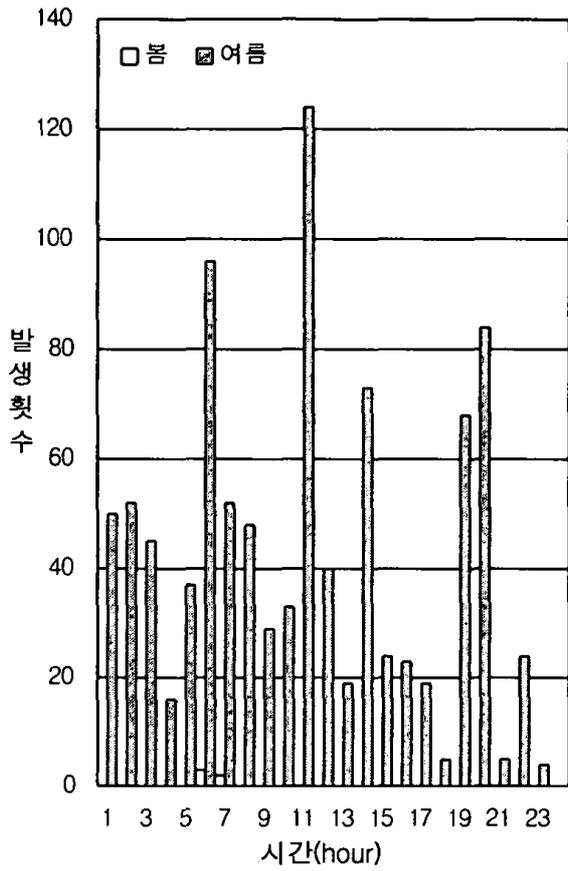


그림34 서울의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수

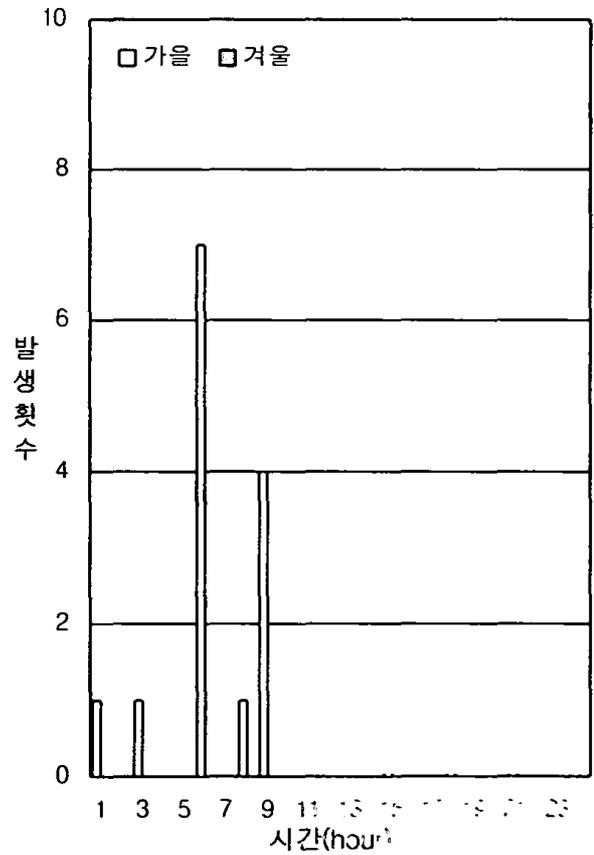
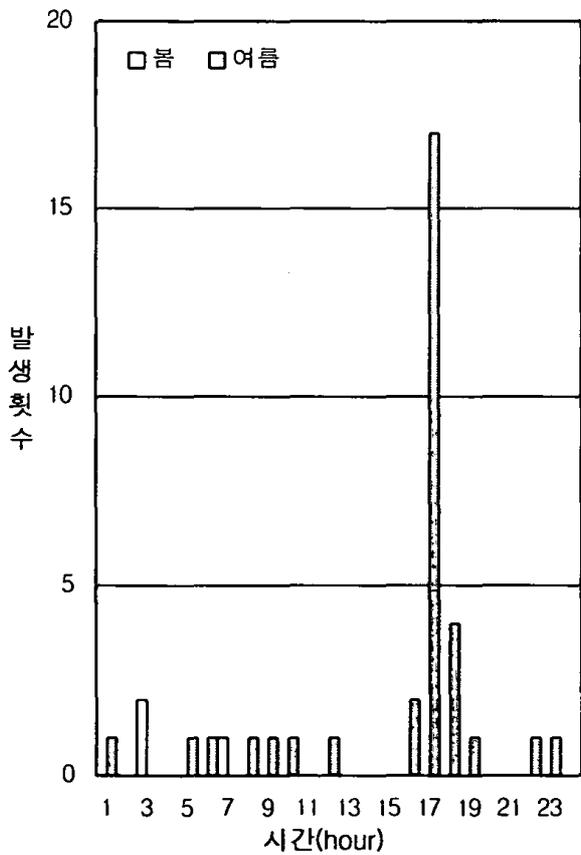


그림35 강릉의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수

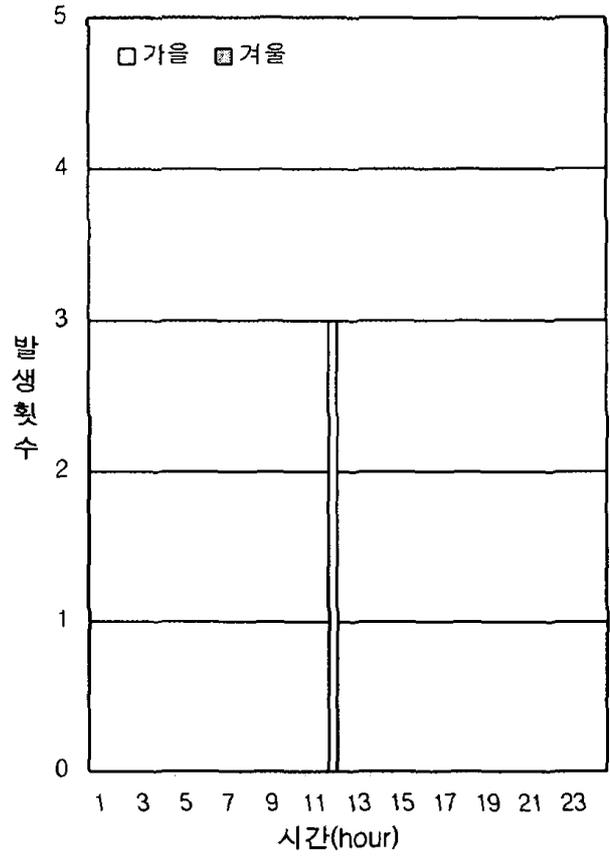
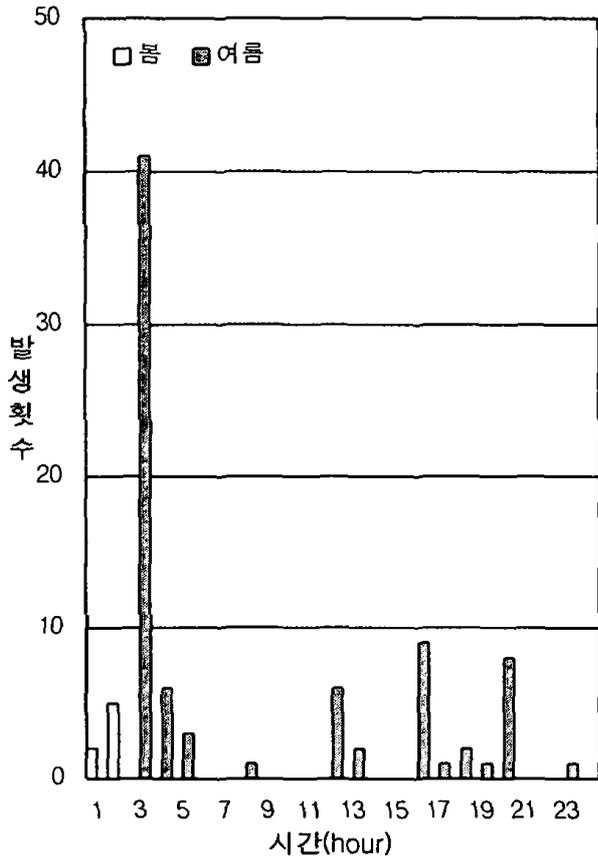


그림36 원주의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수

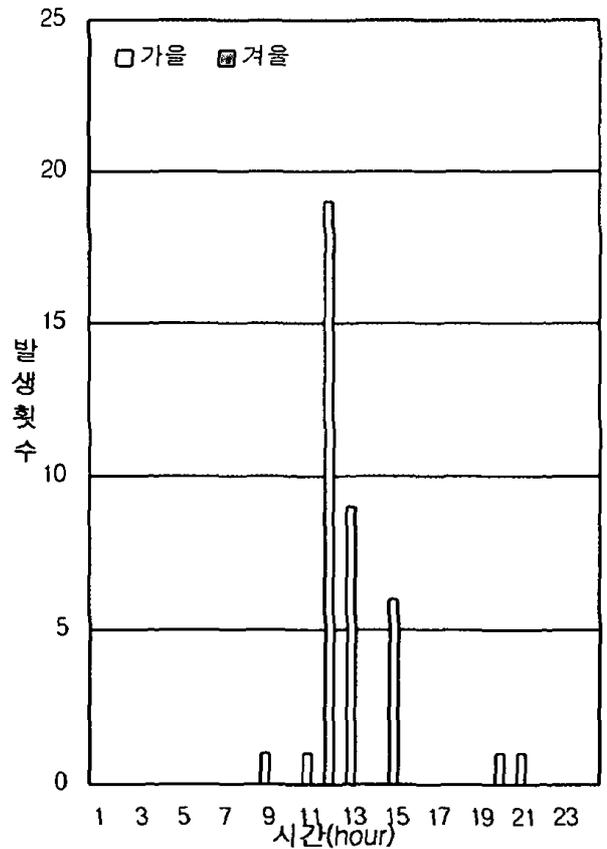
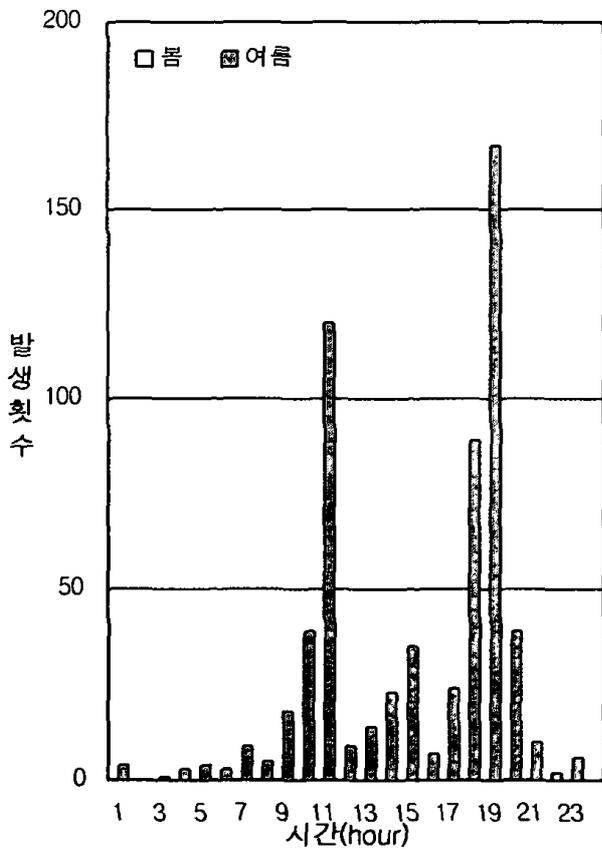


그림37 대전의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수

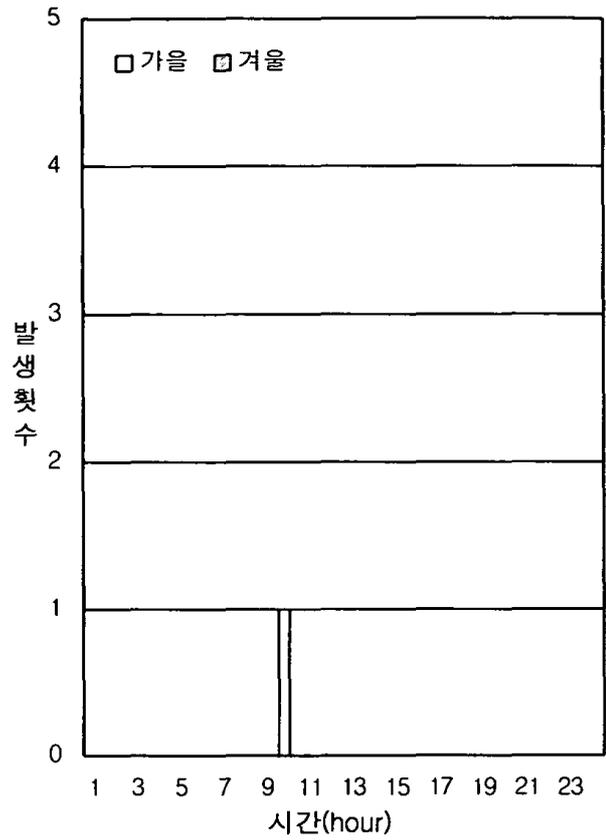
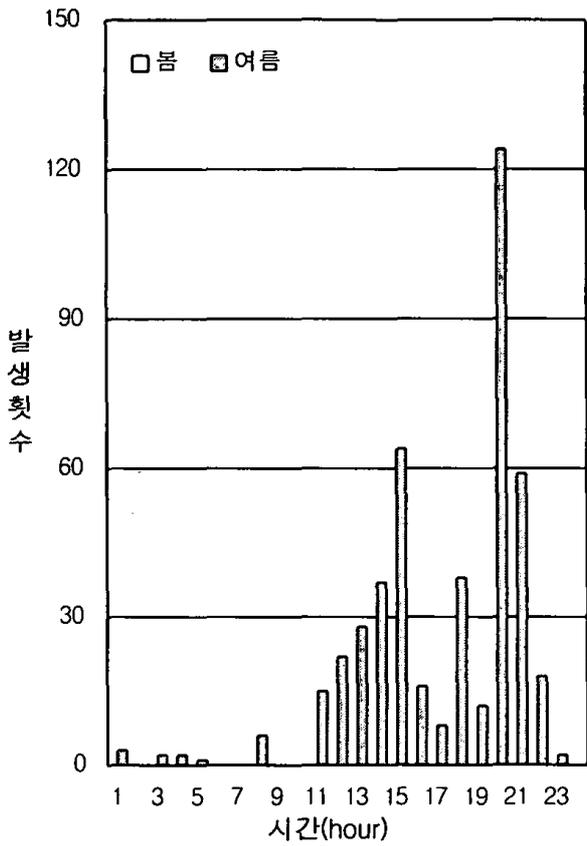


그림38 대구의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수

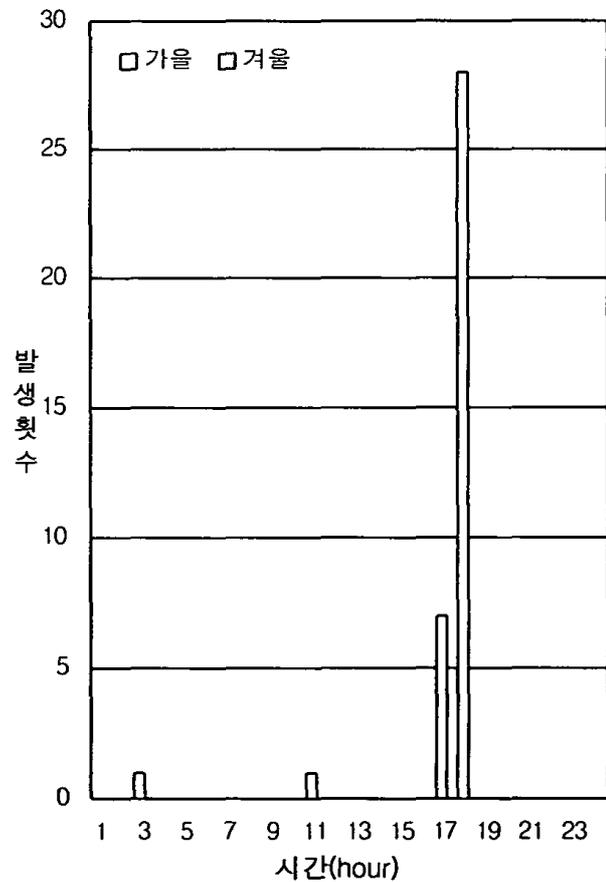
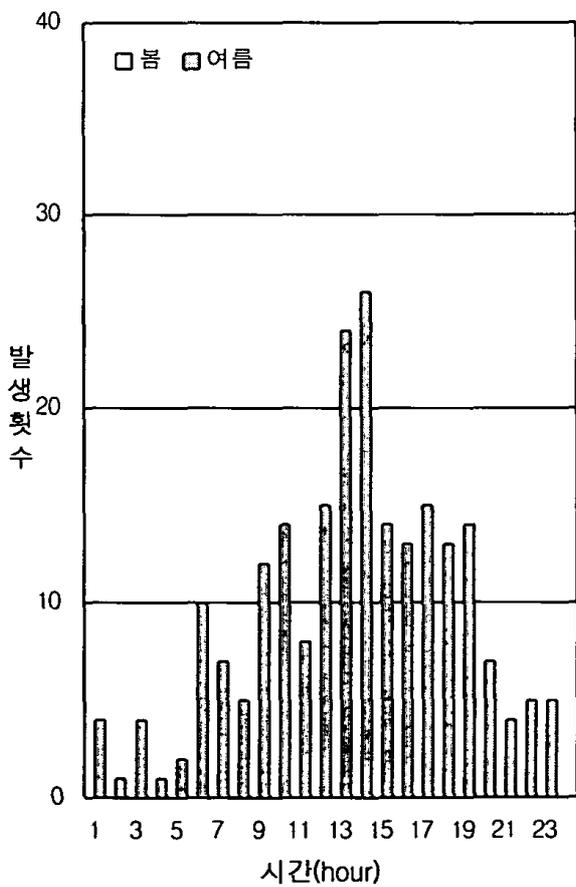


그림39 광주의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수

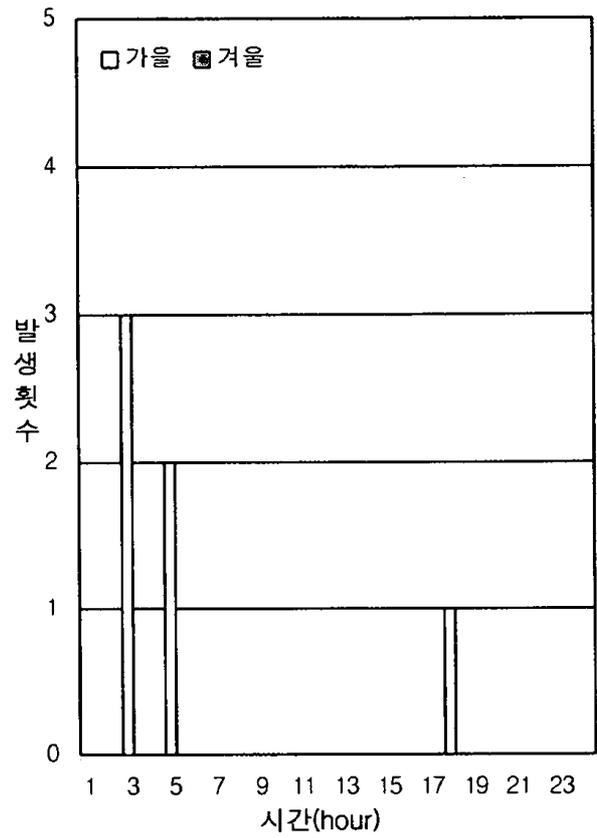
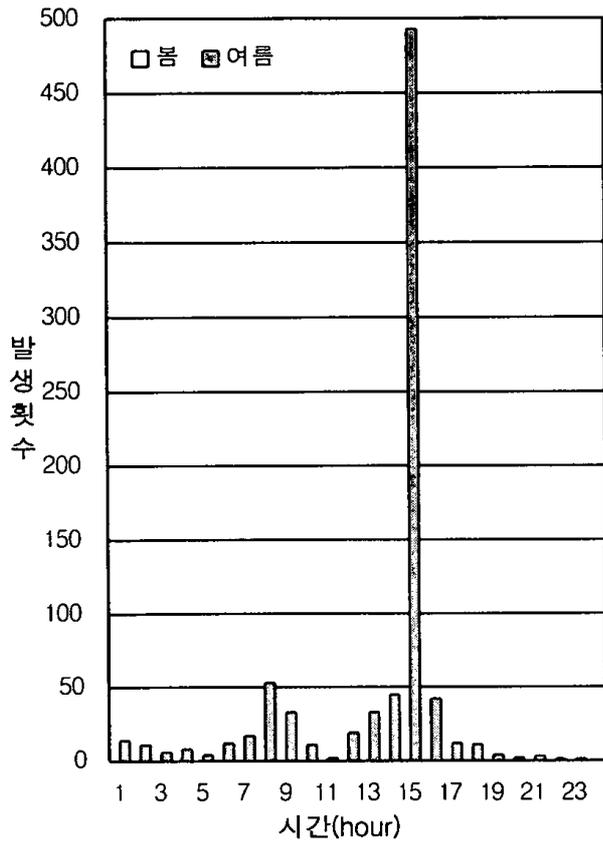


그림40 부산의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수

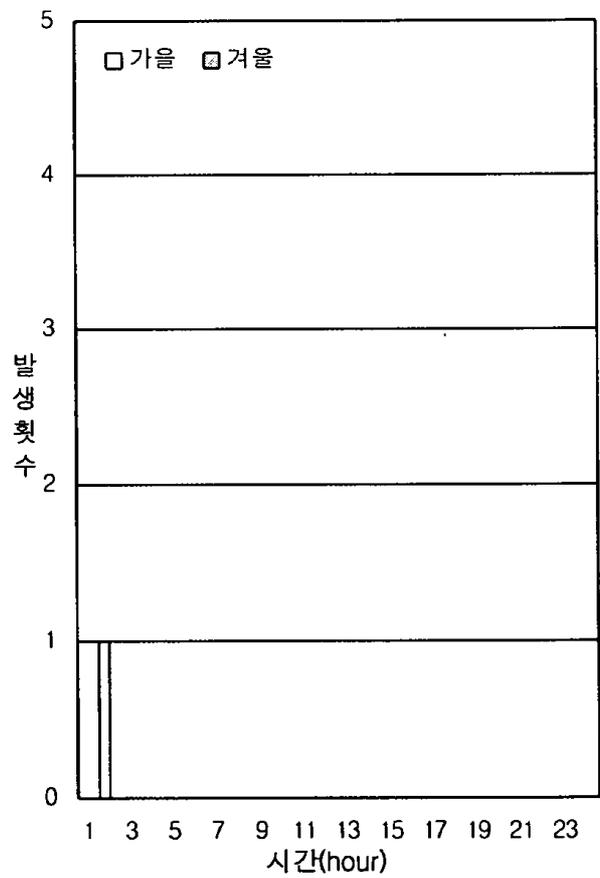
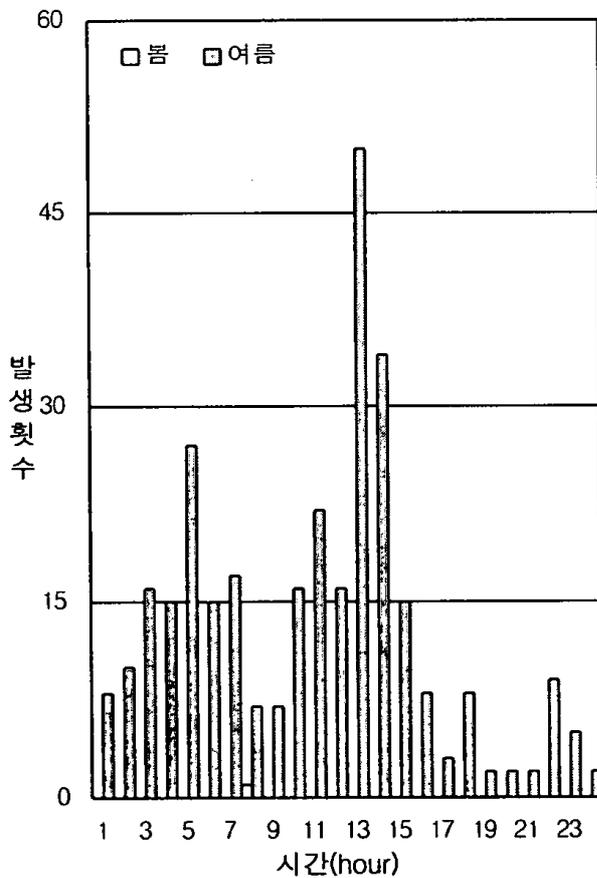


그림41 제주의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수

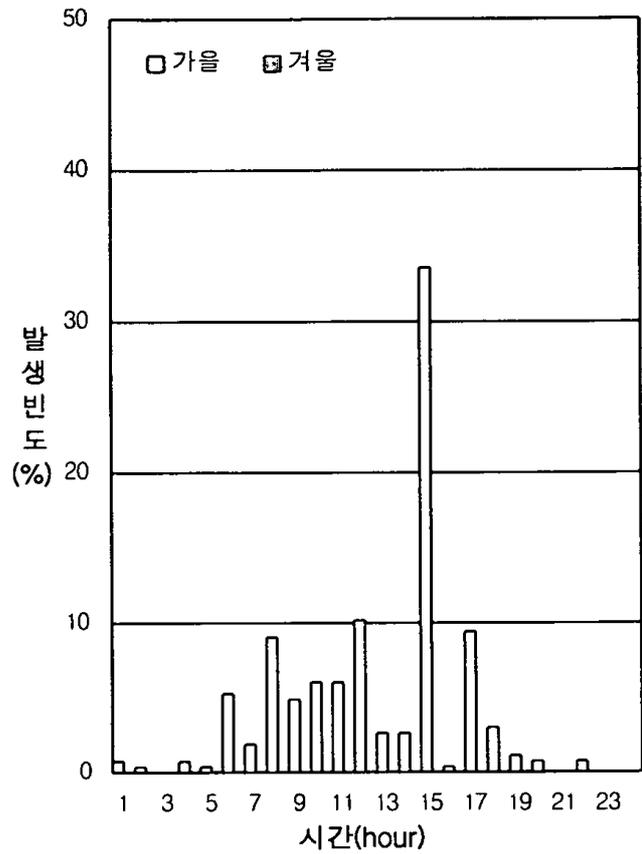
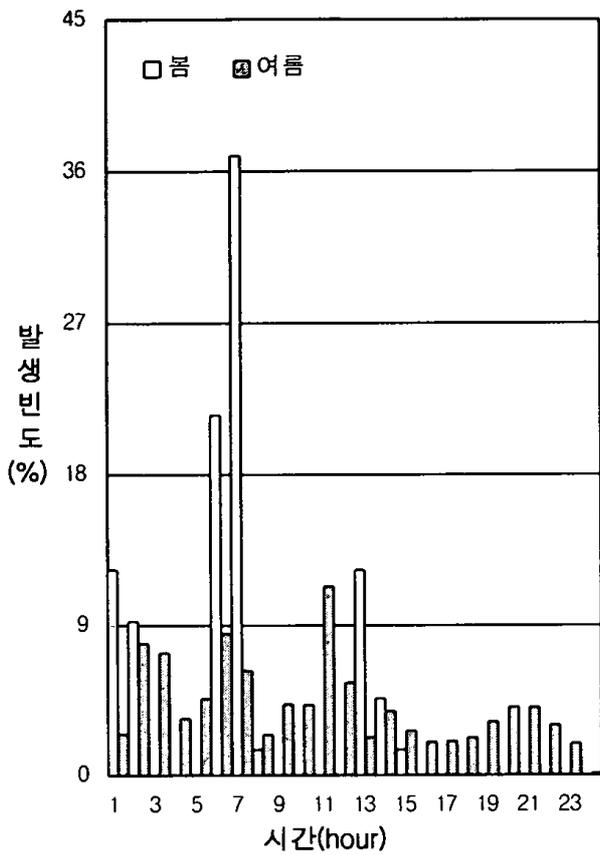


그림42 경기도의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

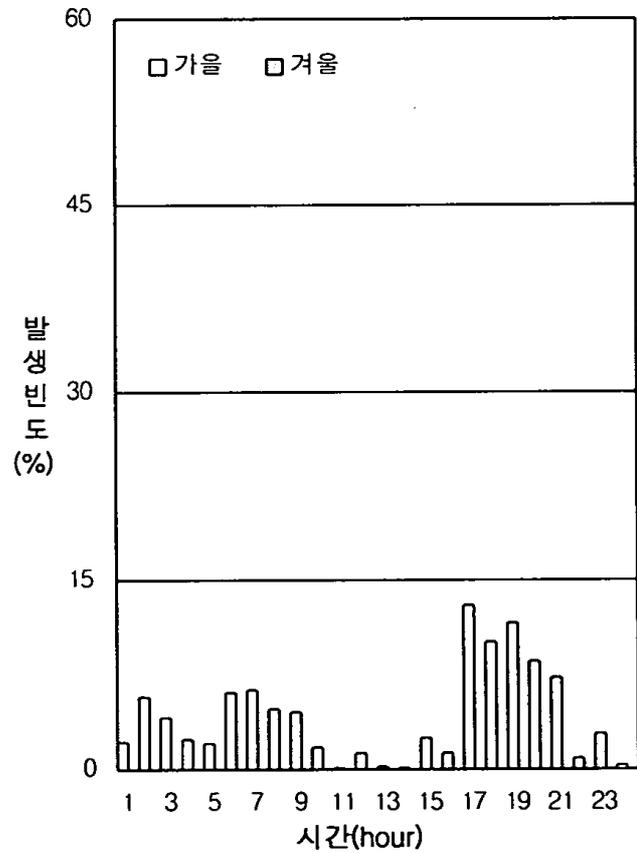
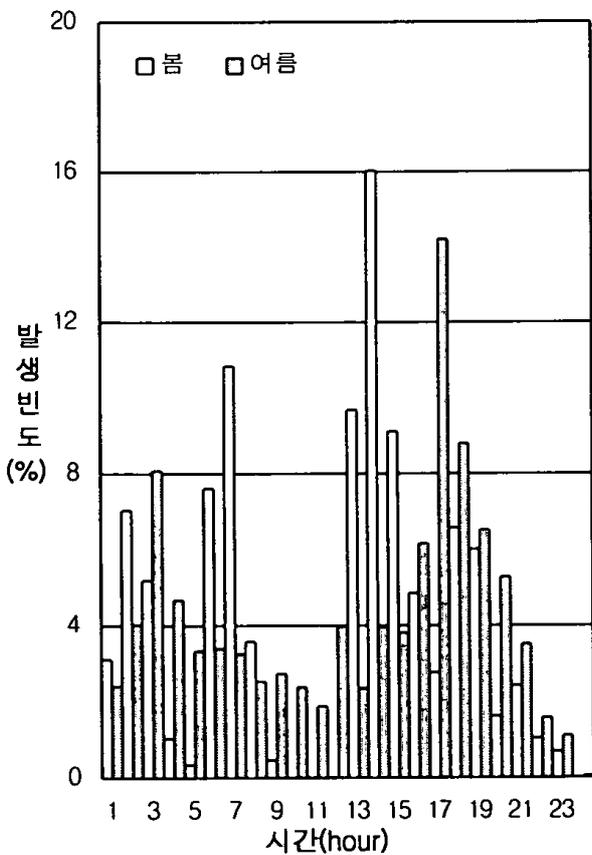


그림43 강원도의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

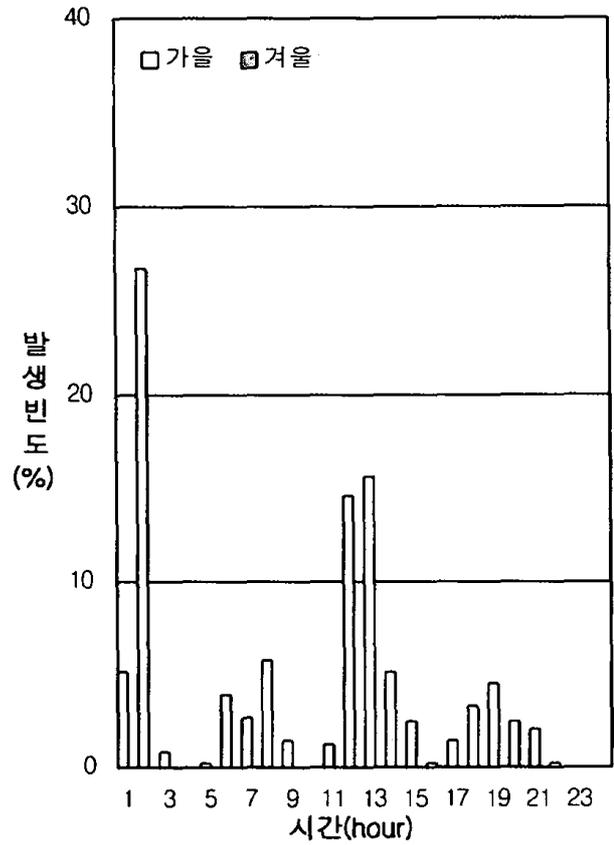
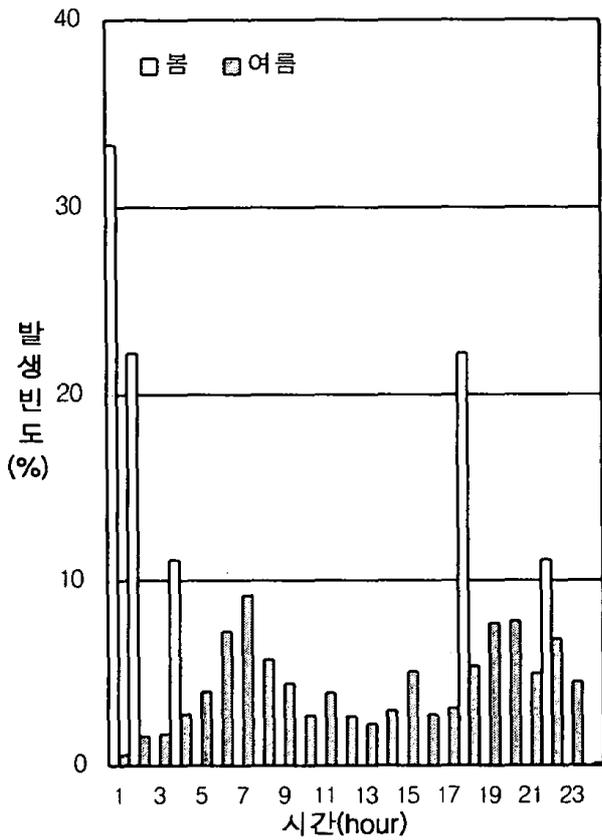


그림44 충청도의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

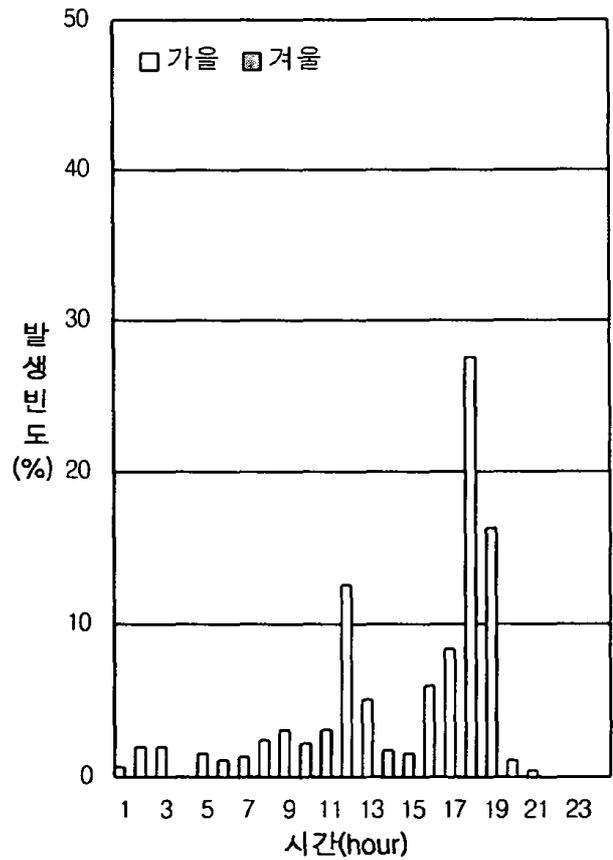
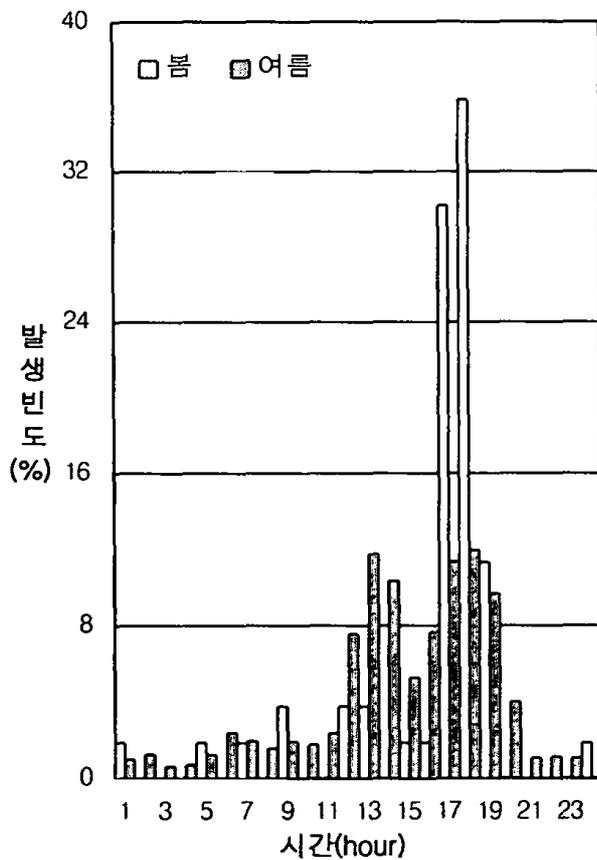


그림45 전라도의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

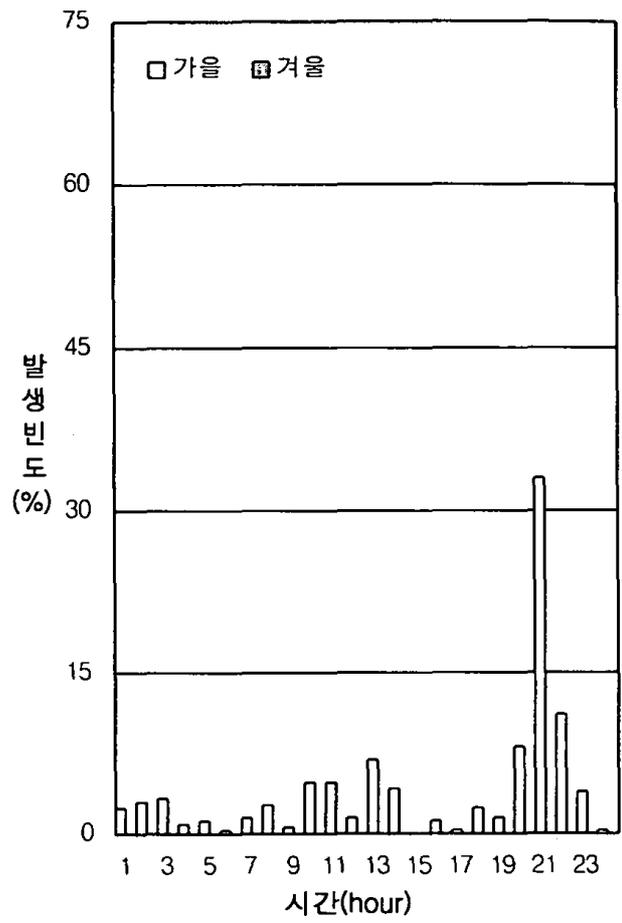
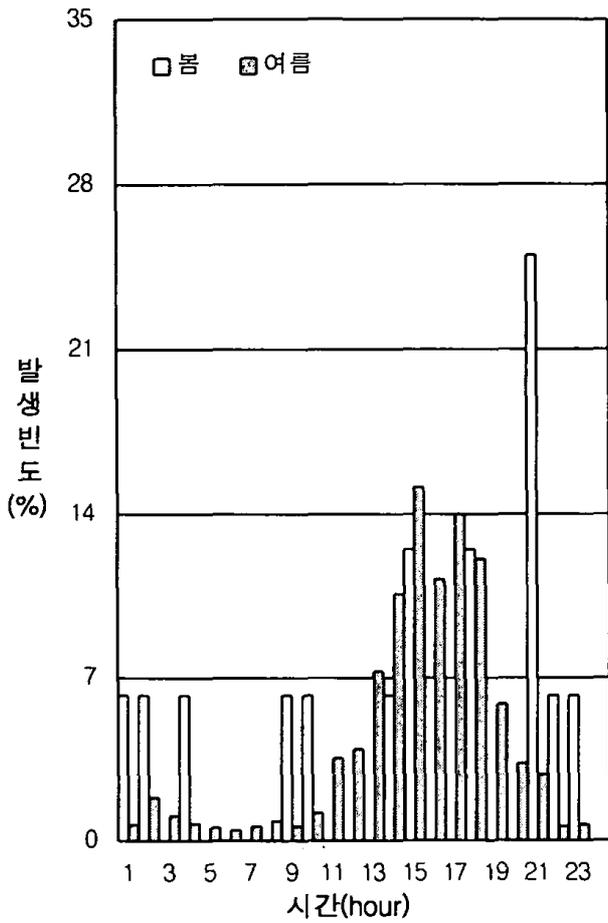


그림46 경상도의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

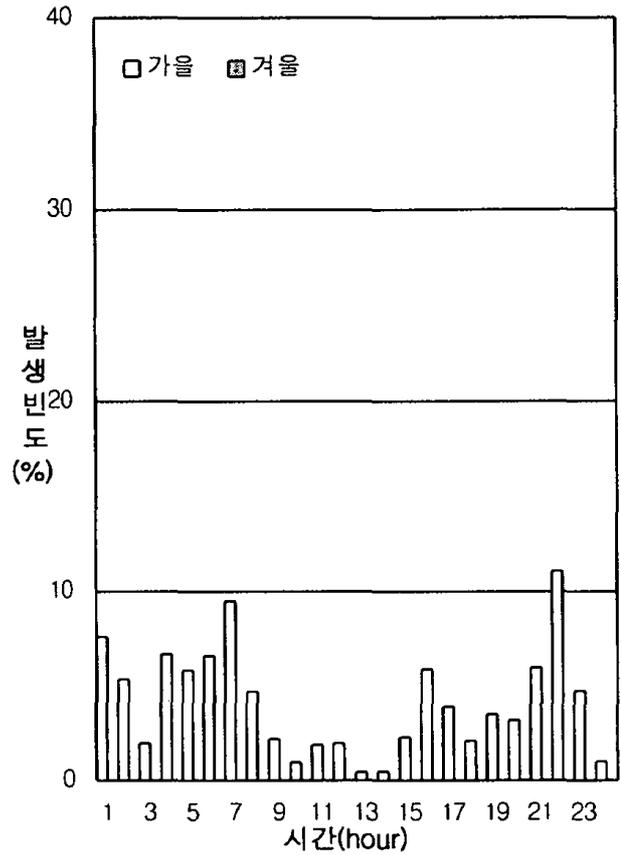
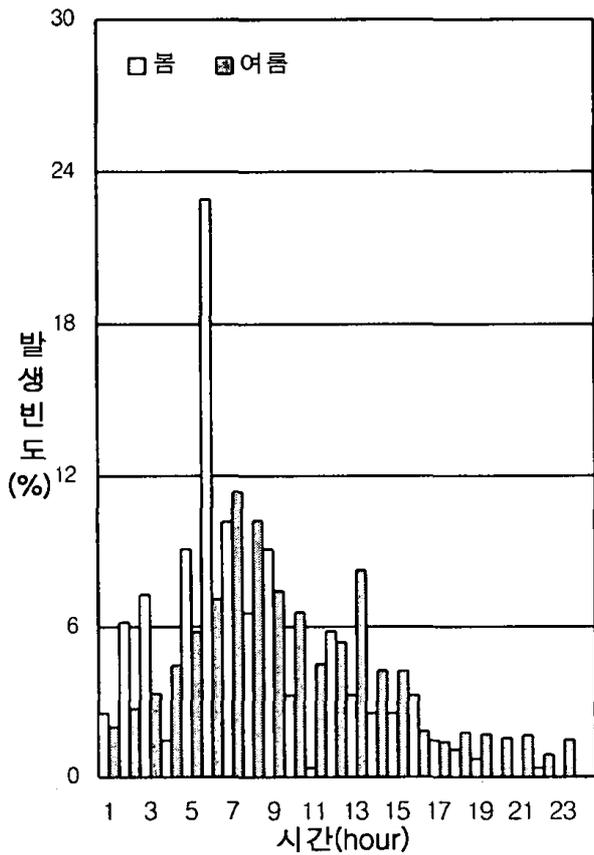


그림47 서해중부의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

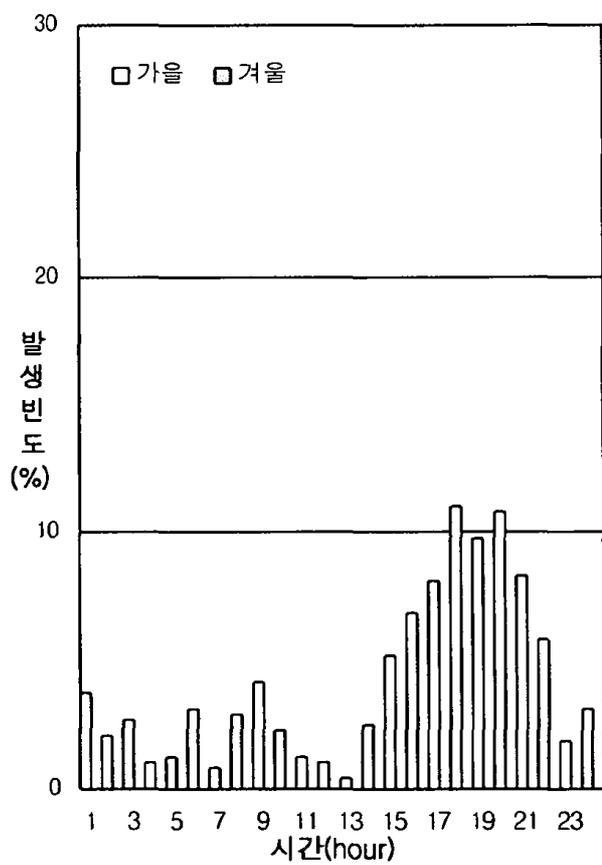
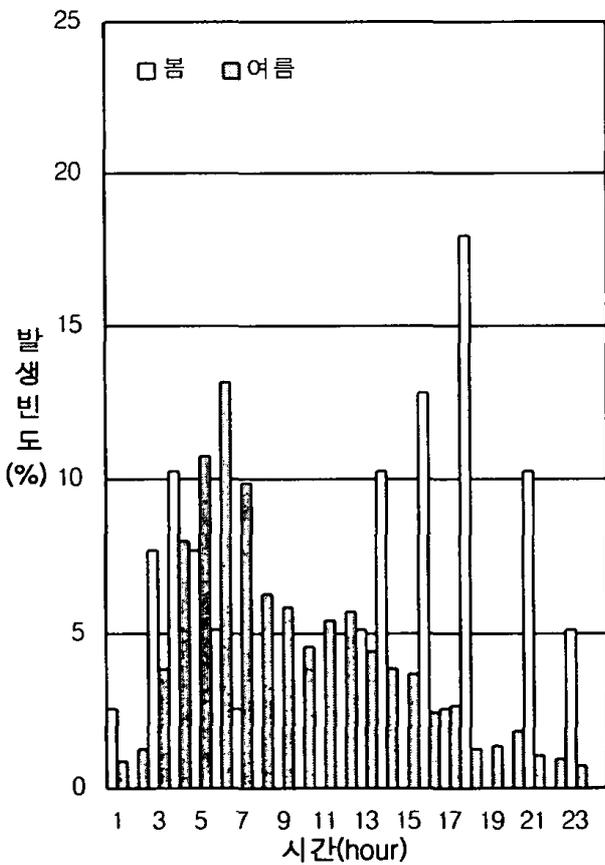


그림48 서해남부의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

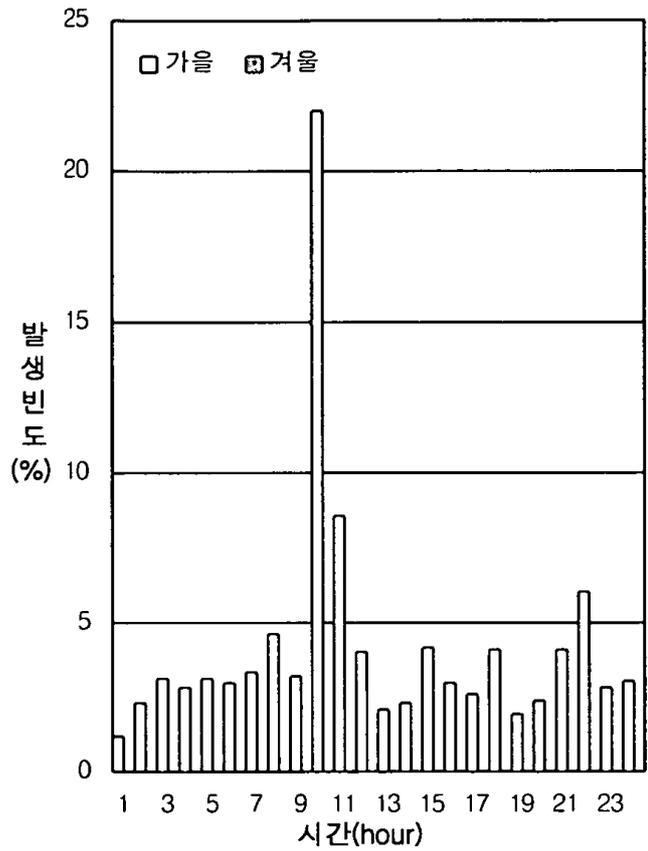
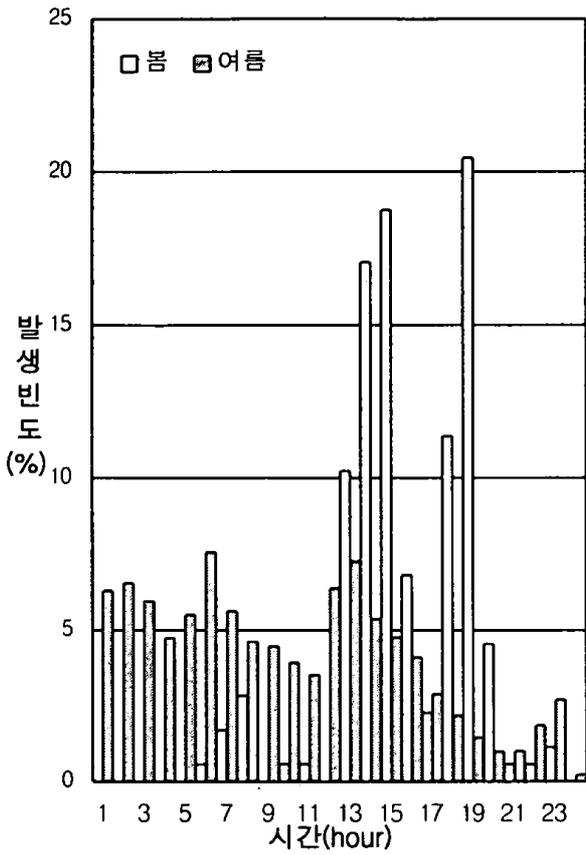


그림49 남해의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

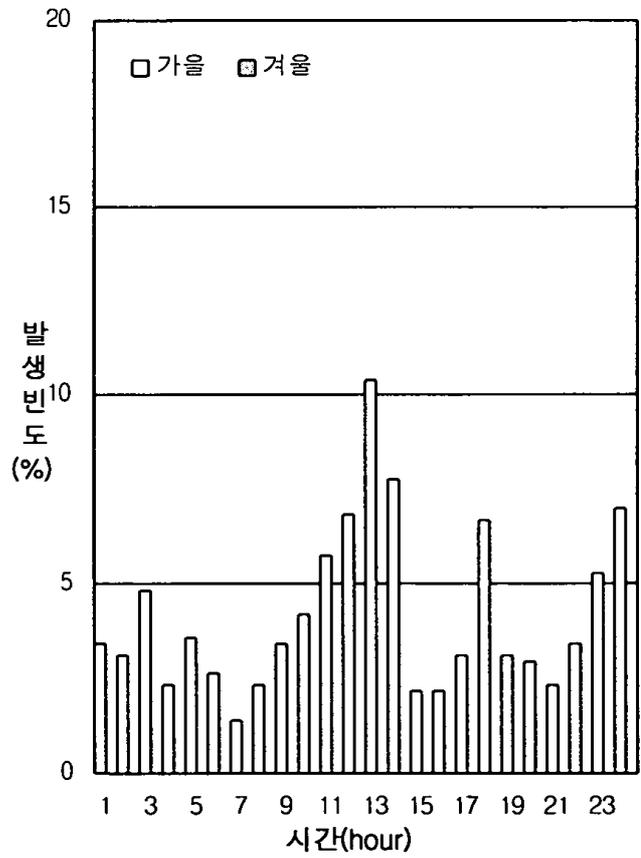
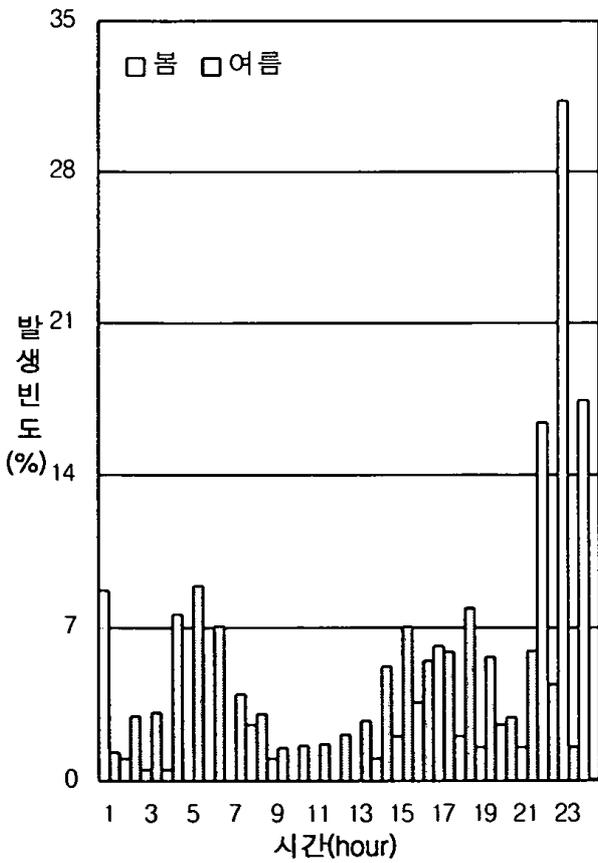


그림50 동해남부의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

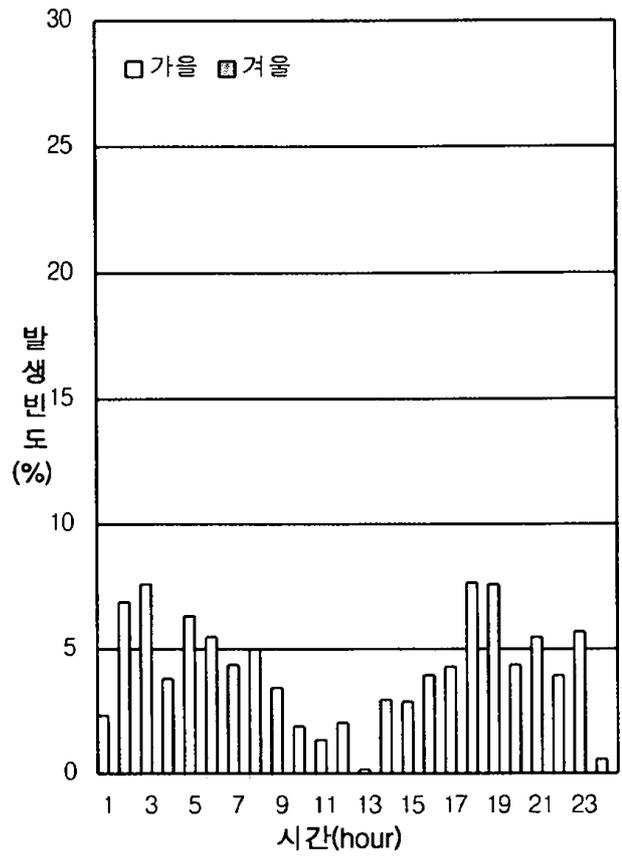
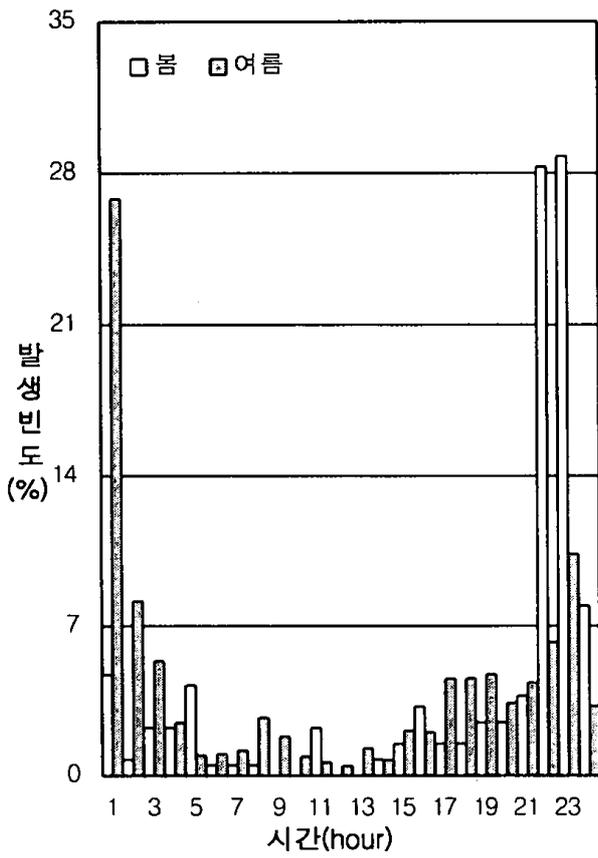


그림51 동해중부의 계절별 시간에 따른 낙뢰 발생 빈도

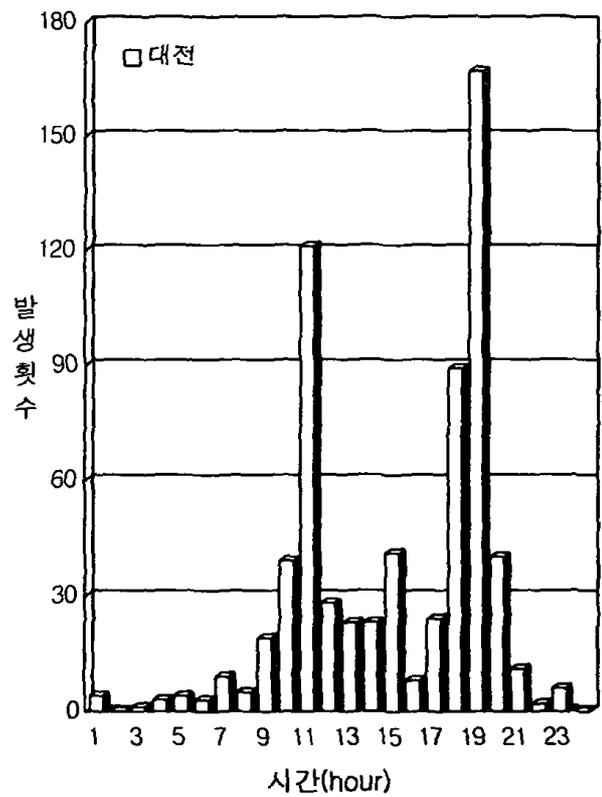
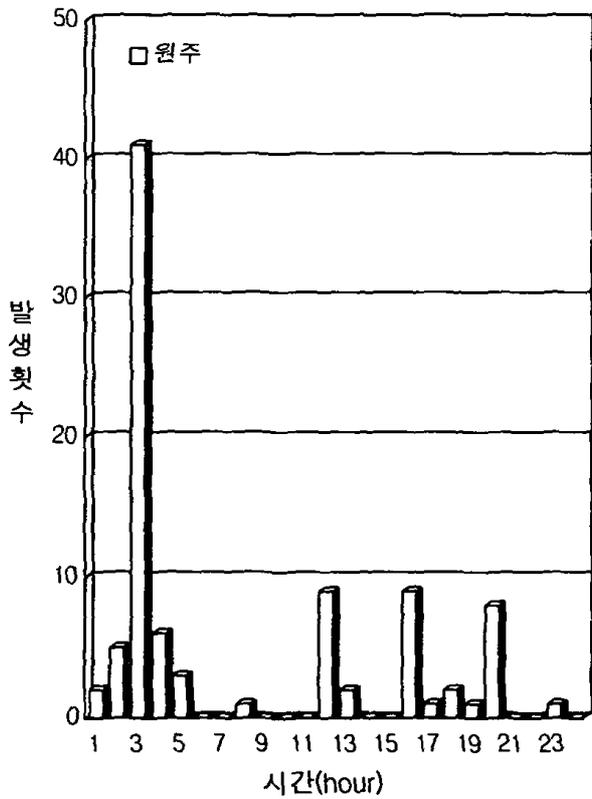
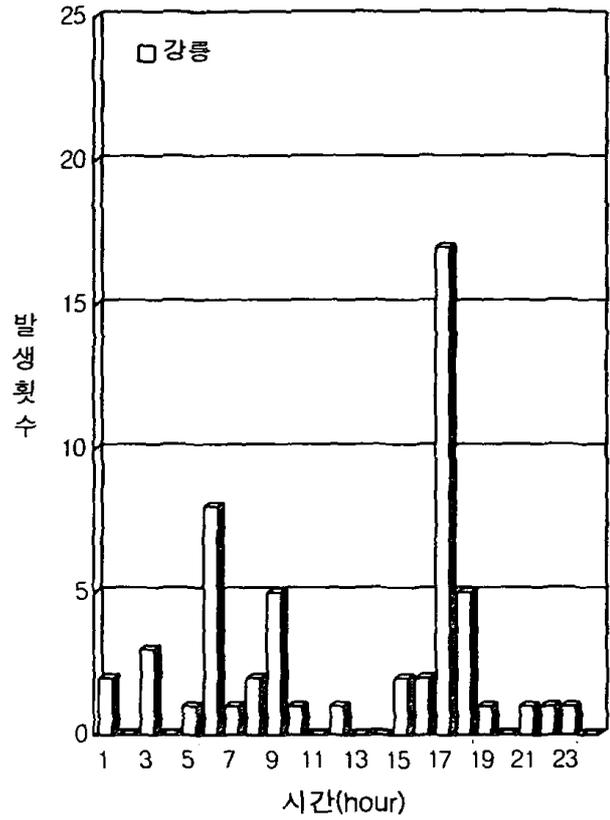
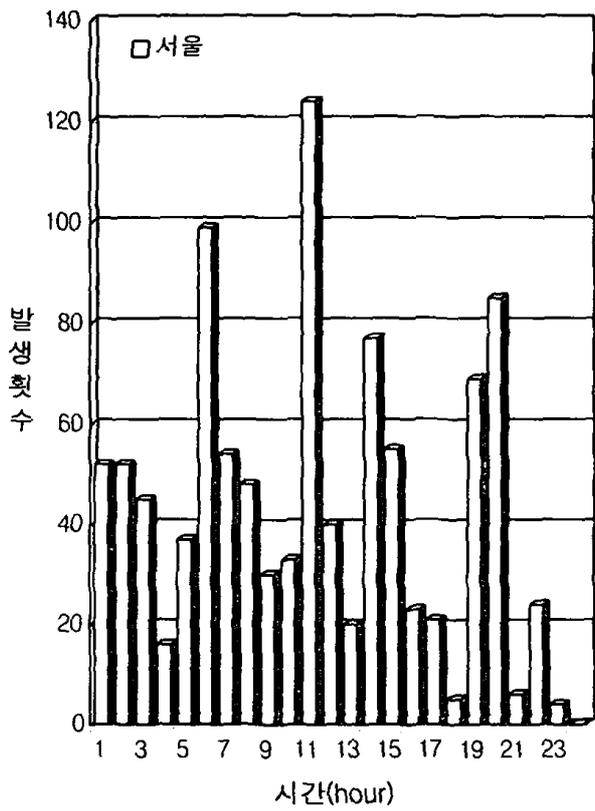


그림52 주요도시(8개)의 연간 시간별 따른 낙뢰 발생 횟수

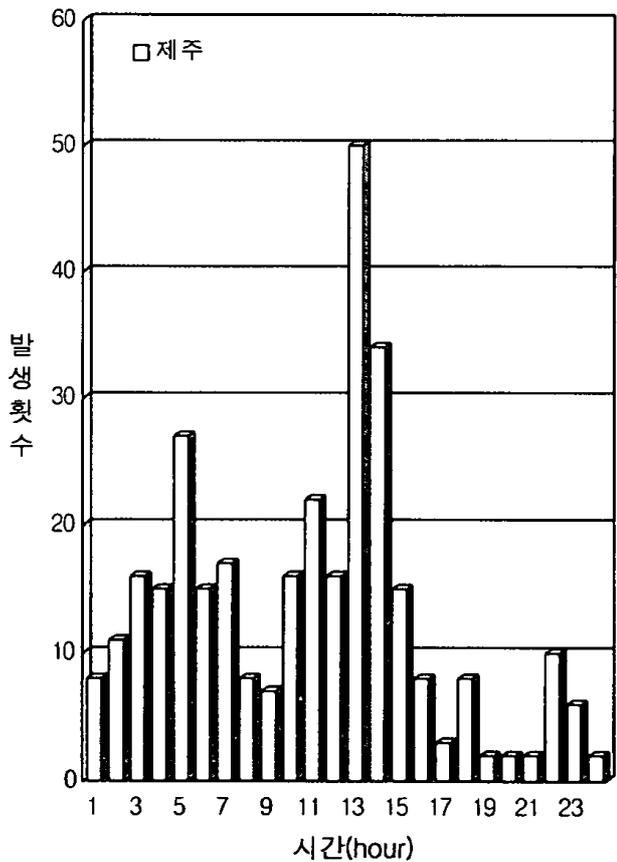
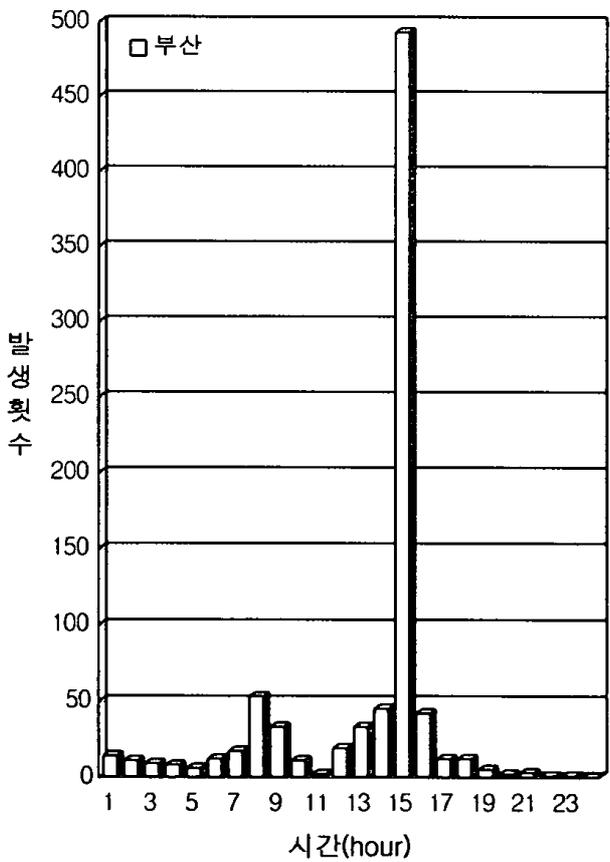
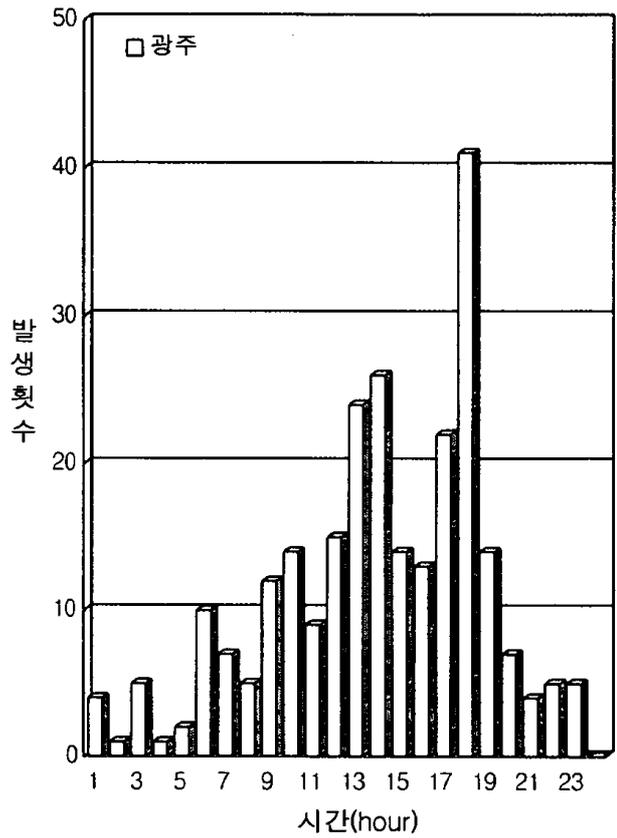
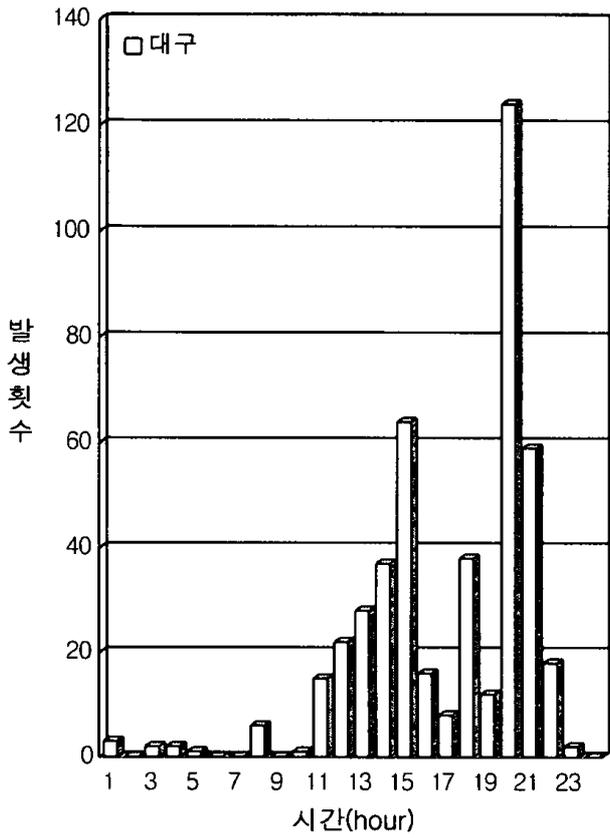


그림53 주요도시(8개)의 연간 시간별 다른 낙뢰 발생 횟수

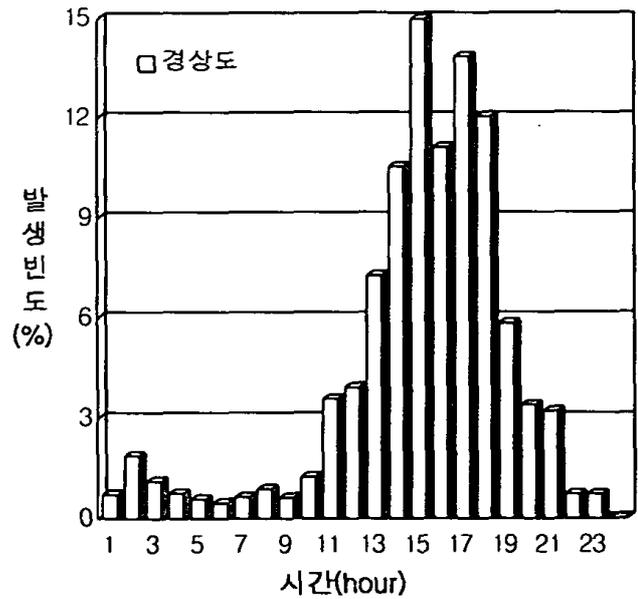
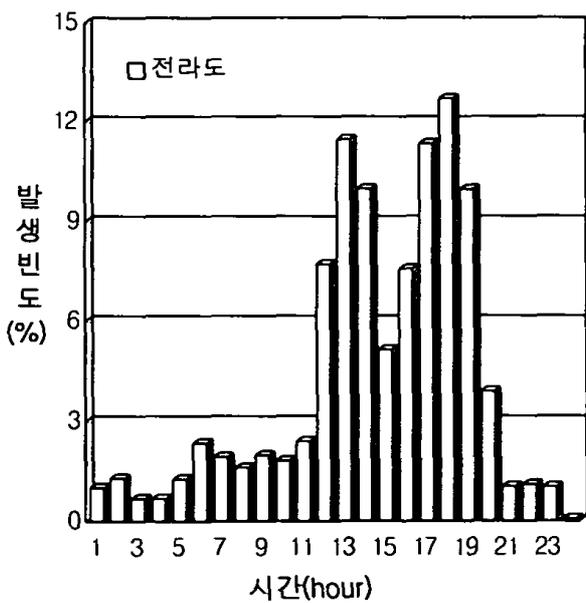
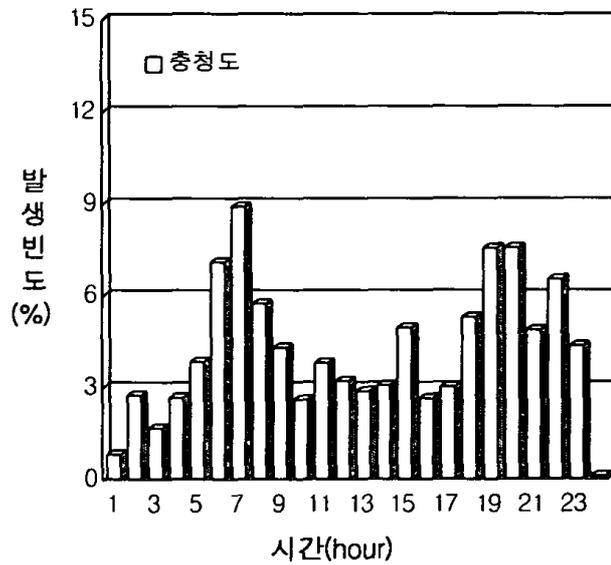
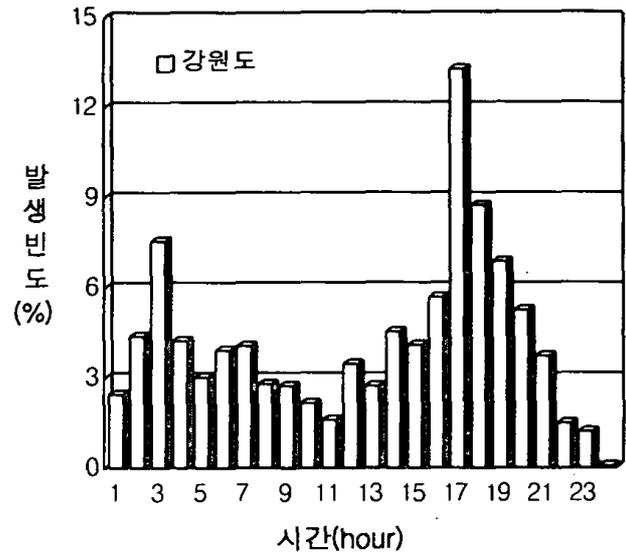
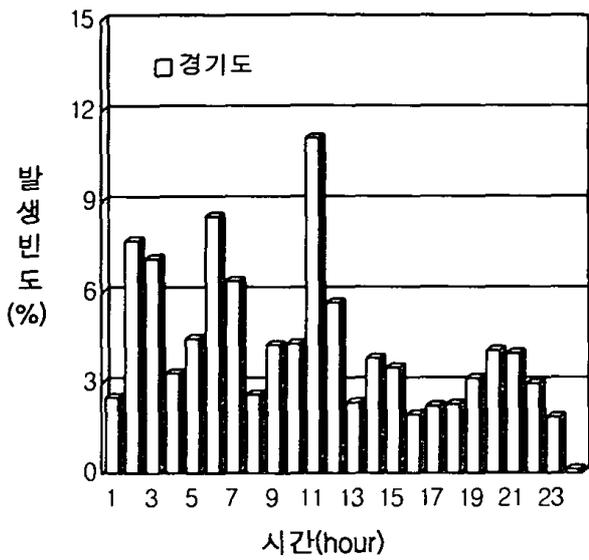


그림54 육상(5개 구역)의 연간 시간별 낙뢰 발생 빈도

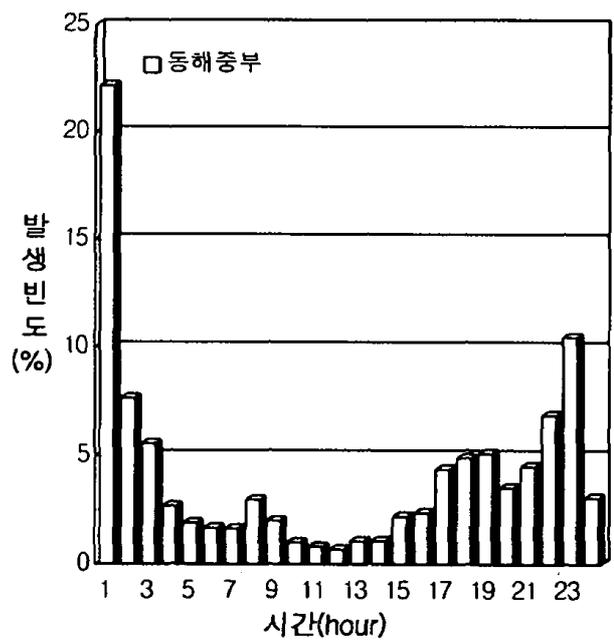
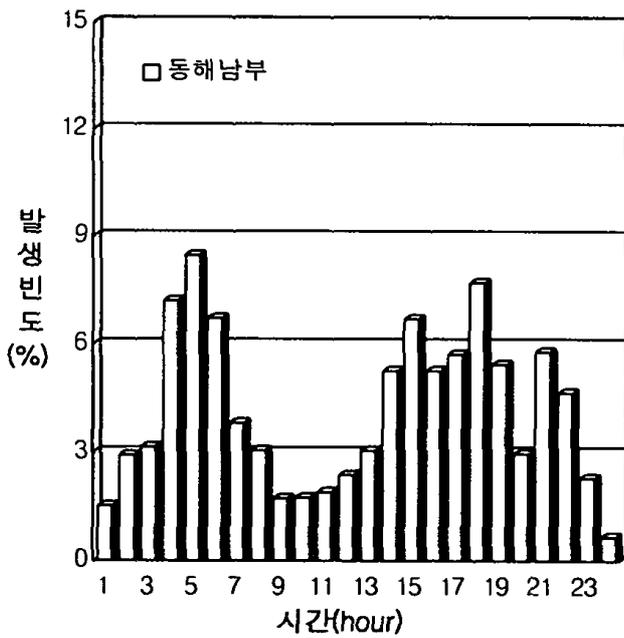
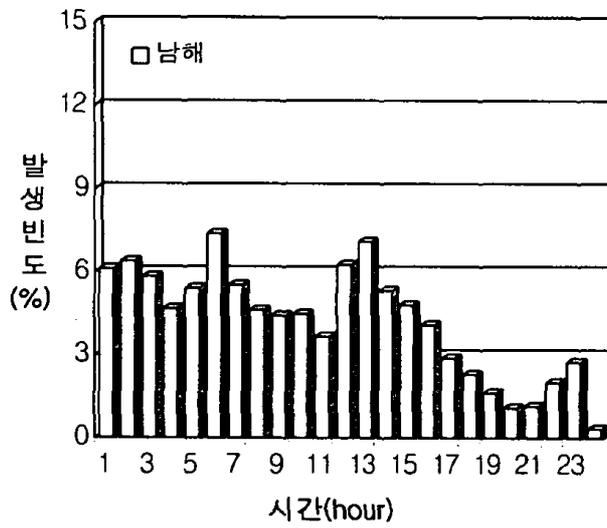
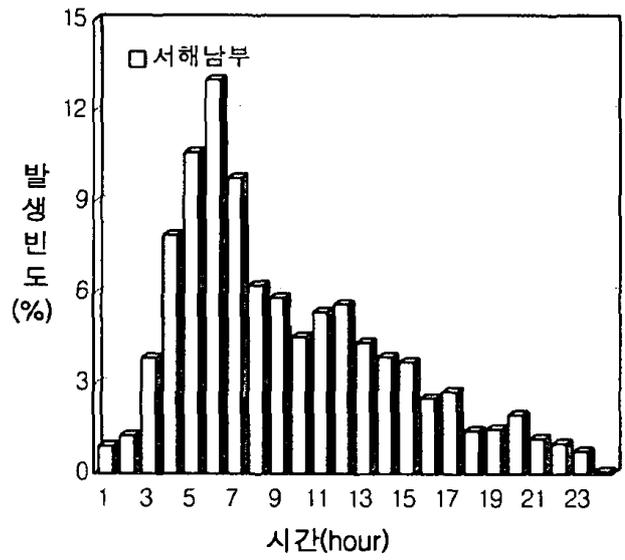
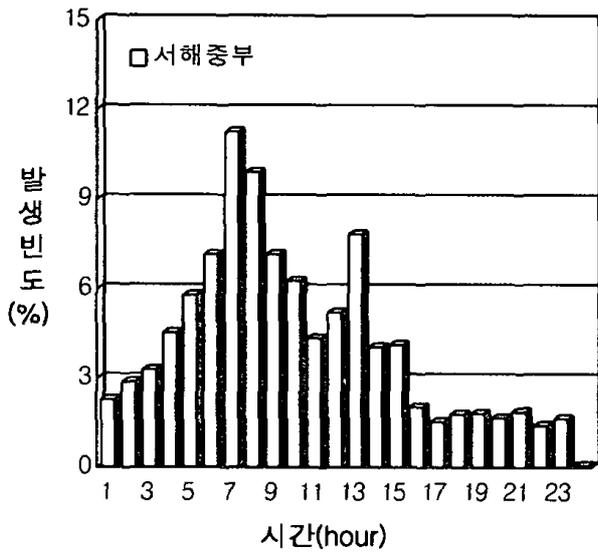


그림55 해상(5개 구역)의 연간 시간별 낙뢰 발생 빈도

## 4. 落雷의 極性率 分析

낙뢰극성의 구분은 뇌운속의 전하구조와 관련이 있다. 예를 들면 뇌운하부의 부(-)전하와 지면과의 사이에서 방전현상이 발생했을 때를 부극성낙뢰라고 말하고, 이와는 반대로 뇌운의 전하구조가 형성되어 있어 뇌운속의 정(+)전하와 지면과의 사이에서 방전이 발생하는 경우를 정극성 낙뢰라고 말한다. 일반적으로 낙뢰의 극성율을 보면 전체낙뢰의 약 90%이상이 부극성 낙뢰로 구성이 되어 있으며, 겨울철에는 여름철보다 정극성의 비율이 높게 나타나는 경향이 있다. 본 보고 내용은 2001년 한해동안 위도 32~40 °N, 경도124~132° 영역에서 발생한 정극성 및 부극성 낙뢰에 대하여 광역예보구역(육지 : 경기도, 강원도, 충청도, 전라도, 경상도, 해상 : 서해중부해상, 남해상, 동해남부해상, 동해중부해상)으로 나누어 월별, 계절별, 연별, 극성율을 분석하였다.

### 가. 월별 극성율

#### 1) 육지(5개 구역)의 월별 극성율

전반적으로 낙뢰 극성율을 보면 부(-)극성 낙뢰의 발생비율이 80%이상을 차지하고 있고 정(+)극성낙뢰발생비율은 20%미만의 비율로 발생되고 있다. 그러나 월별로 발생비율을 보면 겨울철에는 정극성의 발생비율이 약간 높게 나타나는 경향이 있다. 또한 전체 낙뢰의 약 80%이상이 여름철에 발생하고 있음을 알 수 있다. 경기도의 경우 1월, 11월, 12월에는 정극성 낙뢰의 비율이 60%이상을 차지하고 있다. 특히 1월 달에 발생한 낙뢰의 경우 부극성이 발생되고 있지 않음을 알 수 있다. 강원도에서는 10월, 11월, 12월에 발생한 낙뢰의 경우 정극성낙뢰의 비율이 높게 나타나고 있다. 특히 12월의 경우 정극성낙뢰가 차지하는 비율은 60%를 넘고있음을 알 수 있다. 충청도의 경우 겨울철에 정극성 낙뢰의 비율이 상대적으로 높은 일반적인 경향에 잘 부합하고 있다. 특히 1월과 2월에 발생한 낙뢰의 경우 정극성 만 발생되고 있어 흥미롭다. 전라도지방에서 발생한 낙뢰의 극성율 분포를 보면 일반적인 경향과는 달리 3월달에 발생한 낙뢰의 극성율에서 정극성의 비율이 70%를 차지하고 있어 흥미롭다. 경상도에서 발생한 낙뢰의 극성율은 일반적인 경향과 비슷한 빈도분포를 보이고 있다 (그림56, 부록A의 표A.35).

## 2) 해상(5개 구역)의 월별 극성을

전반적으로 육상에서 발생하는 낙뢰극성의 분포와 비슷한 경향을 보이고 있다. 서해중부해상에서는 정극성의 발생비율이 부극성을 초월하는 경우는 없으며, 12월에 정극성의 비율이 40%를 차지하고 있어 비교적 높은 발생빈도를 보이고 있다. 서해남부에서는 12월에 정극성의 비율이 60%를 차지하고 있으나 그 이외의 달에서는 일반적인 경향과 비슷한 20%이하의 정극성 발생 비율을 나타내고 있다. 남해해상에서는 12월에 정극성 낙뢰가 60%, 4월에는 40%를 차지하고 있어 비교적 높은 발생비율을 나타내고 있고, 동해남부해상에서는 1월에는 40%를 차지하고 12월에는 45%를 차지하고 있어 정극성의 비율이 비교적 높게 나타나고 있다. 동해중부해상에서는 12월에 70%를 차지하고 있어 전해상에서 가장 높은 발생 비율을 나타내고 있음을 알 수 있다(그림57, 부록A의 표A. 36).

## 나. 季節別 極性率

### 1) 육지(5개 구역)의 계절별 극성을

전반적으로 여름과 가을에는 부극성의 비율이 높고 겨울과 봄철에는 정극성의 비율이 높게 나타나는 경향이 있다. 그러나 전반적으로 낙뢰의 극성은 부극성이 대부분을 차지하고 있으며 아주 적은 발생빈도를 보이고 있는 정극성 중 계절별로 다시 발생빈도를 구별하여 본 것이다. 정극성 낙뢰의 발생빈도는 아주 적게 발생하고 있으나, 그 방전 전류의 세기는 부극성 보다 훨씬 강하다는 특성이 있으므로 통계적 처리를 하여 그 발생빈도를 구하여 보았다. 경기도에서는 일반적인 경향과 비슷한 빈도분포를 보이고 있다. 즉 정극성의 비율은 18%, 부극성의 비율이 88%를 차지하고 있다. 강원도의 경우 봄철에 정극성의 비율이 20% 이상을 차지하고 있어 여름과 가을철에 비해 높은 정극성 낙뢰의 비율을 보이고 있다. 충청도의 경우 봄철에 부극성낙뢰만 발생하고 있어 흥미롭다. 전라도와 경상도의 경우 일반적인 경향을 보이고 있으며 경상도의 봄철에 정극성이 20%를 차지하고 있음이 특이하다(그림58, 부록A의 표A.37).

## 2) 해상(5개구역)의 계절별 극성율

해상에서도 내륙에서와 비슷한 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 전반적으로 여름과 가을에는 부극성 낙뢰가 80%이상의 값을 보이고 있다. 겨울철에는 여름철에 비해서 부극성낙뢰의 발생비율이 상대적으로 낮게 나타나는 경향이 있다. 해상에서는 육상에서 보다 봄과 가을의 정극성의 낙뢰 발생비율이 높게 나타나고 있다. 서해중부, 서해남부, 남해, 동해남부 지방의 봄철에 발생한 낙뢰의 극성율을 보면 정극성이 40%를 차지하고 있어 동해중부의 봄철의 30%보다 높은 비율을 보이고 있다. 여름철에 발생한 낙뢰의 극성의 비율을 보면 부극성이 90%, 정극성이 10%를 차지하고 있음을 알 수 있다(그림59, 부록A의 표A.38).

## 3) 2001년의 계절별 극성율

2001년 낙뢰극성율 빈도를 보면 평년과 비슷한 경향을 보이고 있으나, 봄철의 경우 정극성의 비율이 30%를 차지하고 있어 평년의 18%보다 높은 경향을 보이고 있다. 여름철에는 정극성의 비율이 10%미만의 빈도를 보이고 있으며, 가을철에는 18%를 차지하고 있어 여름철을 제외한 계절에서 정극성 낙뢰의 비율이 점점 높게 나타나고 있다(그림 60).

## 4) 연간 극성율

2001년도에 발생한 낙뢰는 전구역에 걸쳐 정극성이 10%내외, 부극성이 90%내외로서 부극성낙뢰의 발생이 정극성낙뢰에 비하여 월등히 높은 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 전반적으로 내륙지역이 해상보다 정극성의 비율이 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다. 육지와 해상을 통틀어 강원도 지방에서 발생한 낙뢰의 정극성 비율이 비교적 높게 나타나고 있음을 알 수 있다(그림61, 부록A의 표A.39).

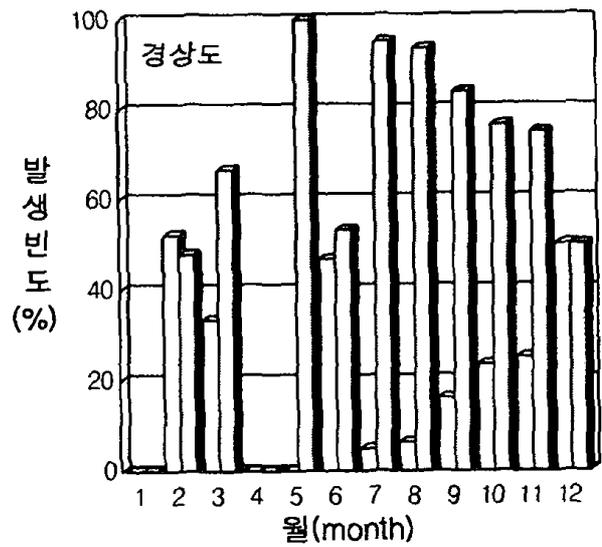
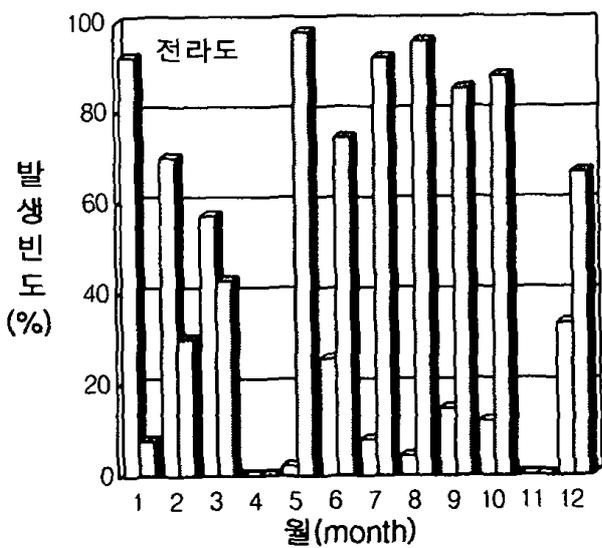
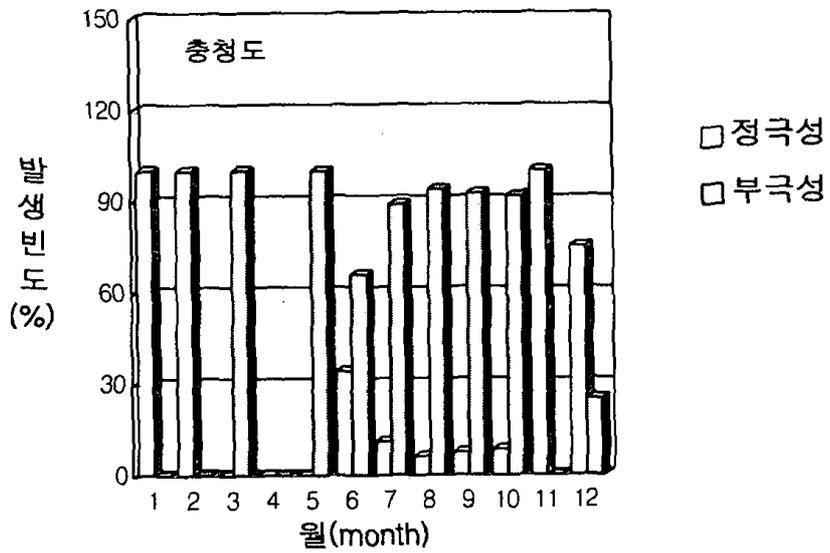
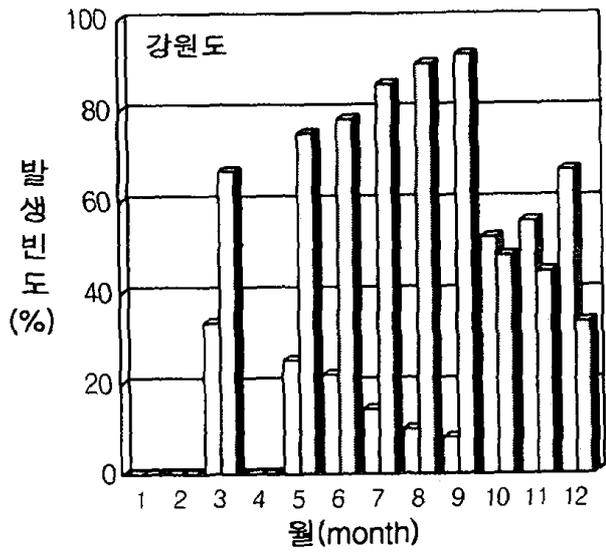
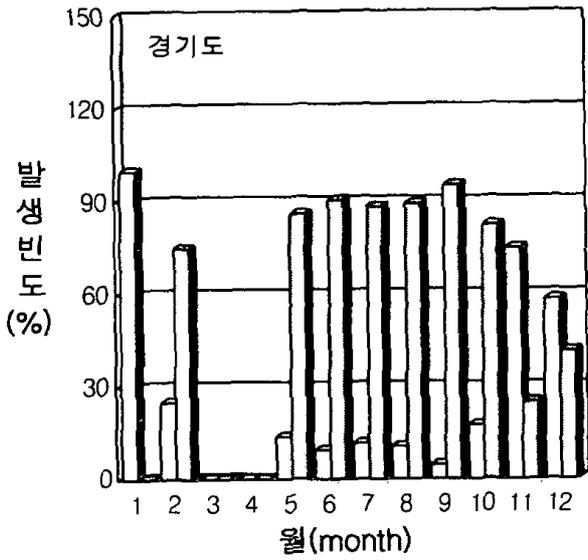


그림56 육지(5개 구역)의 월별 극성률

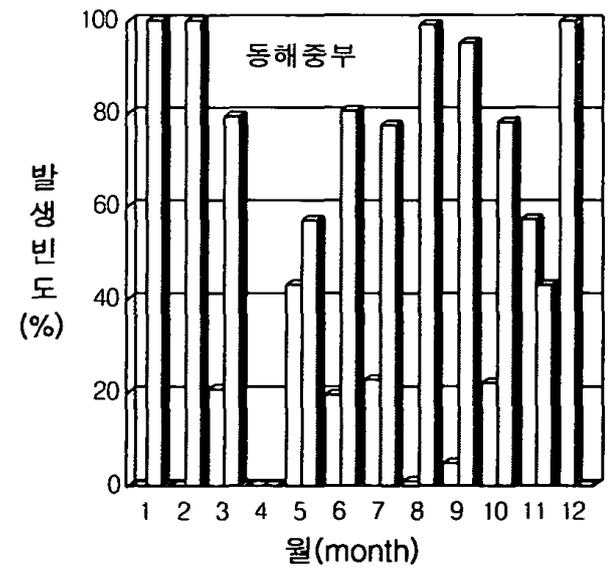
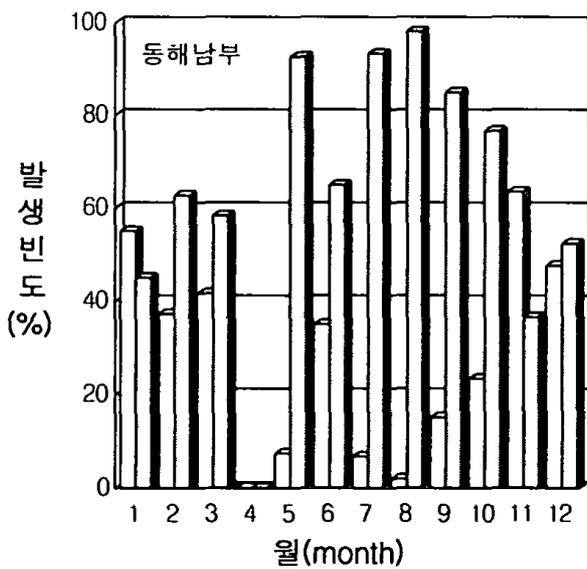
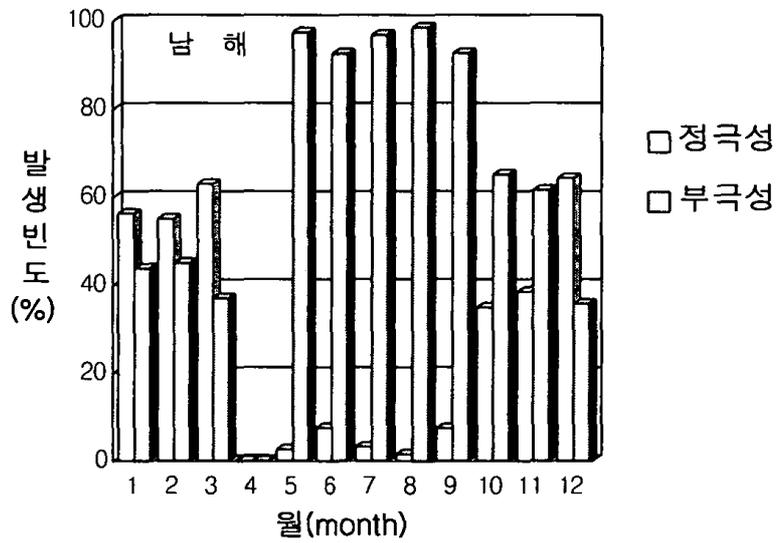
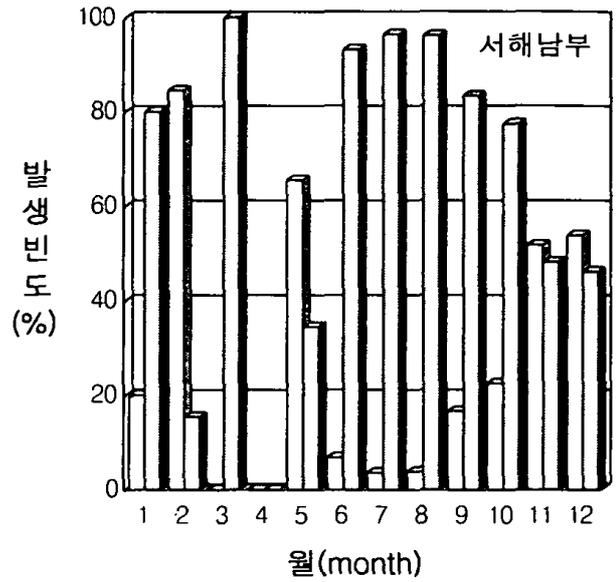
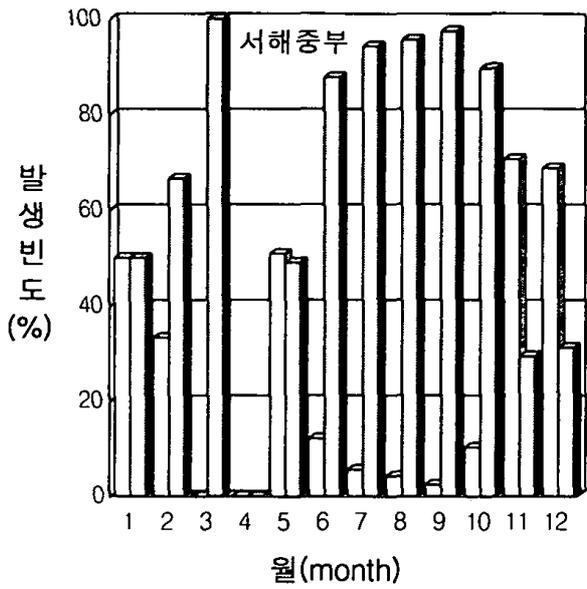


그림57 해상(5개 구역)의 월별 극성률

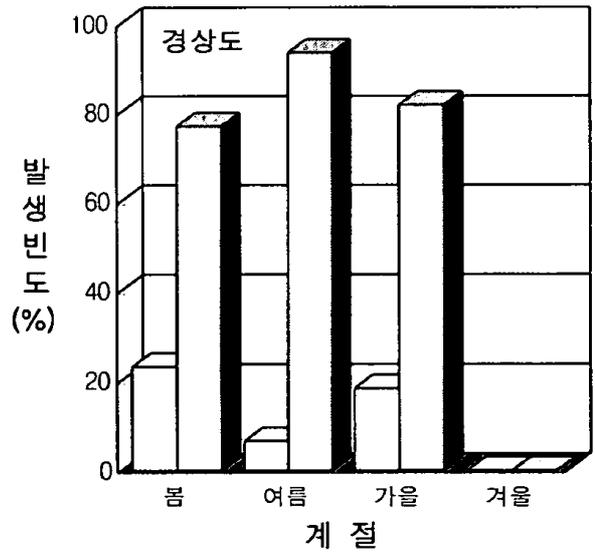
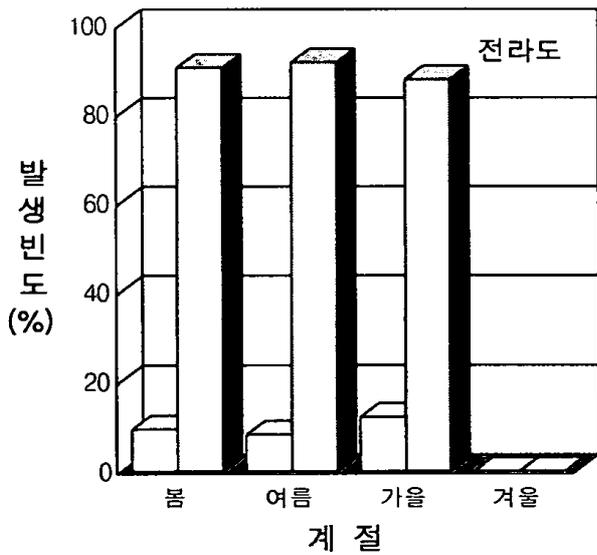
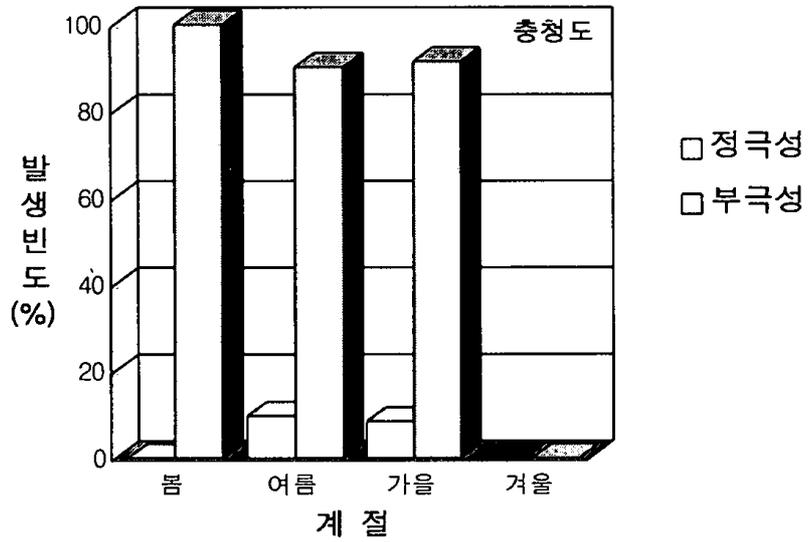
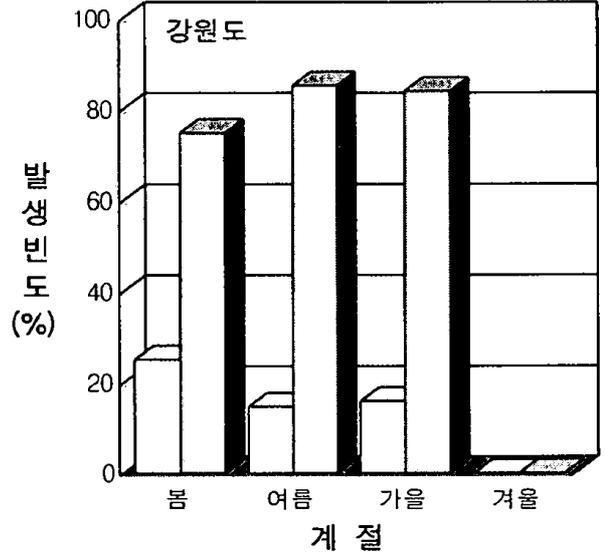
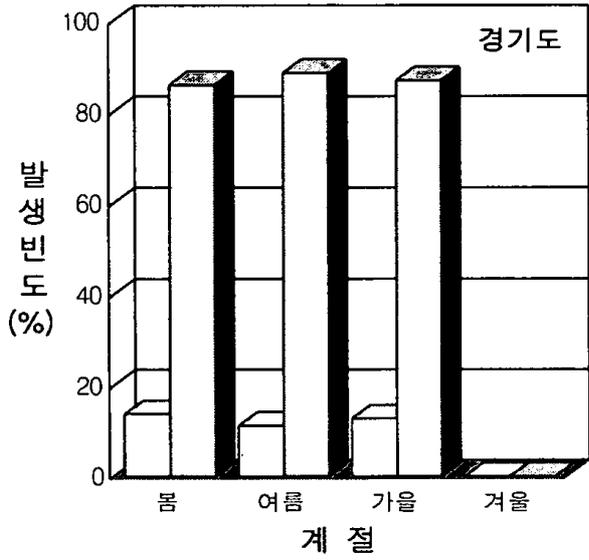


그림58 육지(5개 구역)의 계절별 극성률

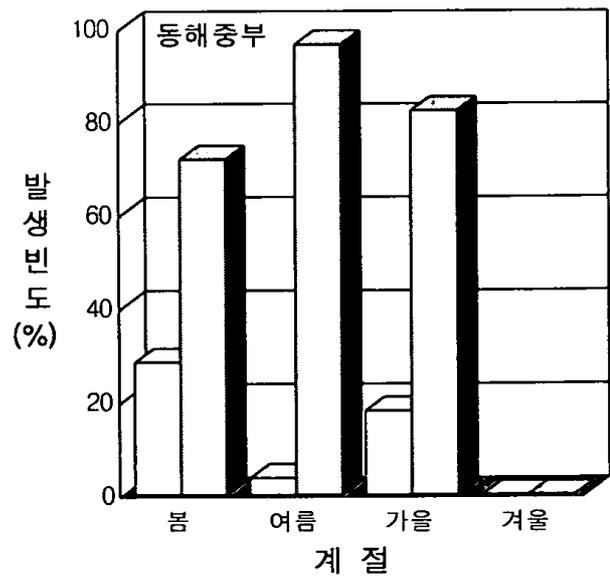
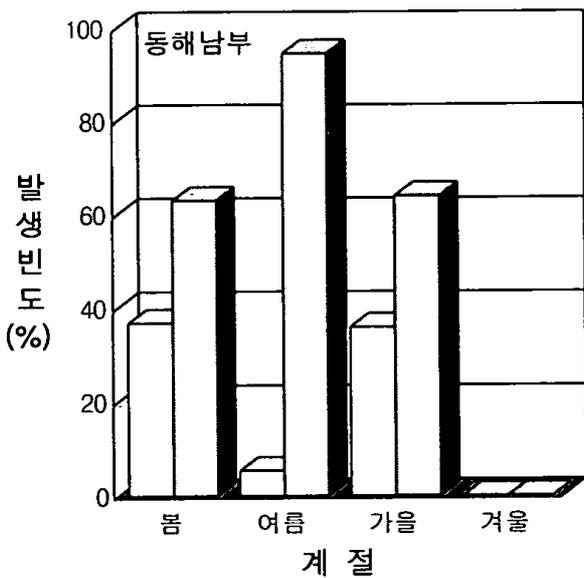
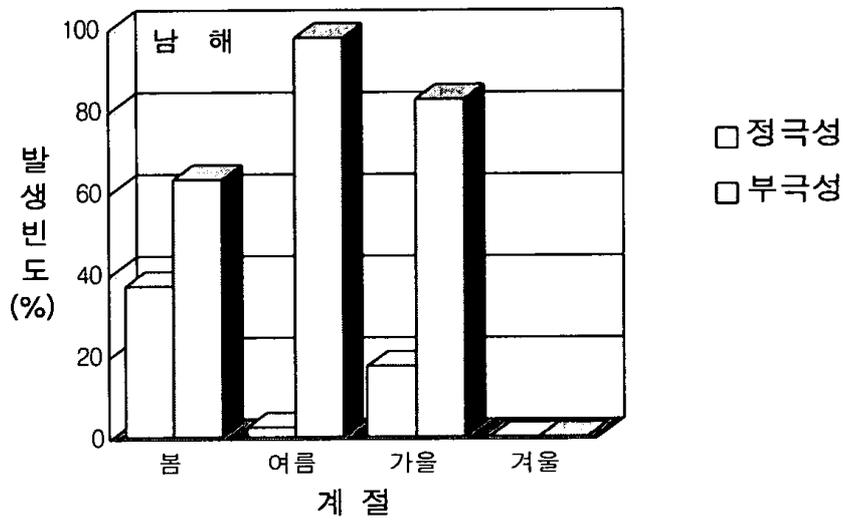
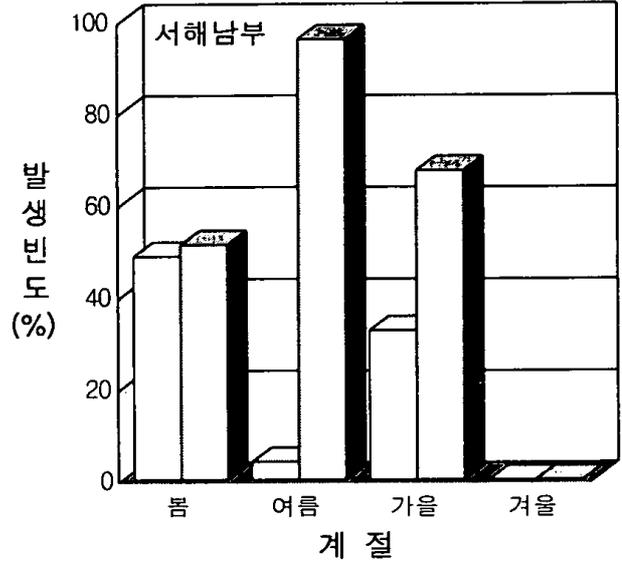
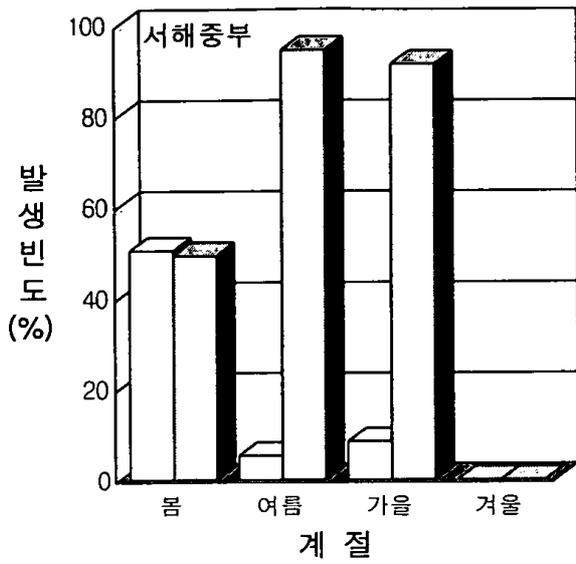


그림59 해상(5개 구역)의 계절별 극성률

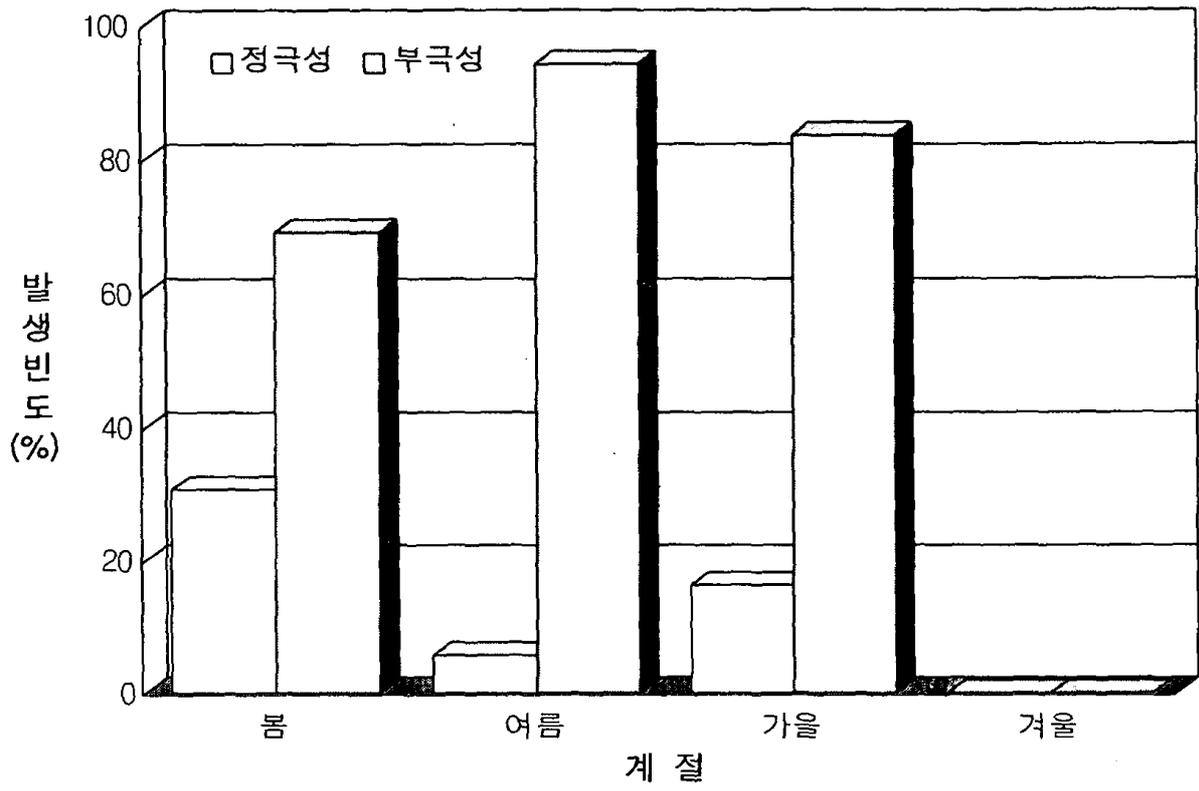


그림60 2001년의 계절별 극성률

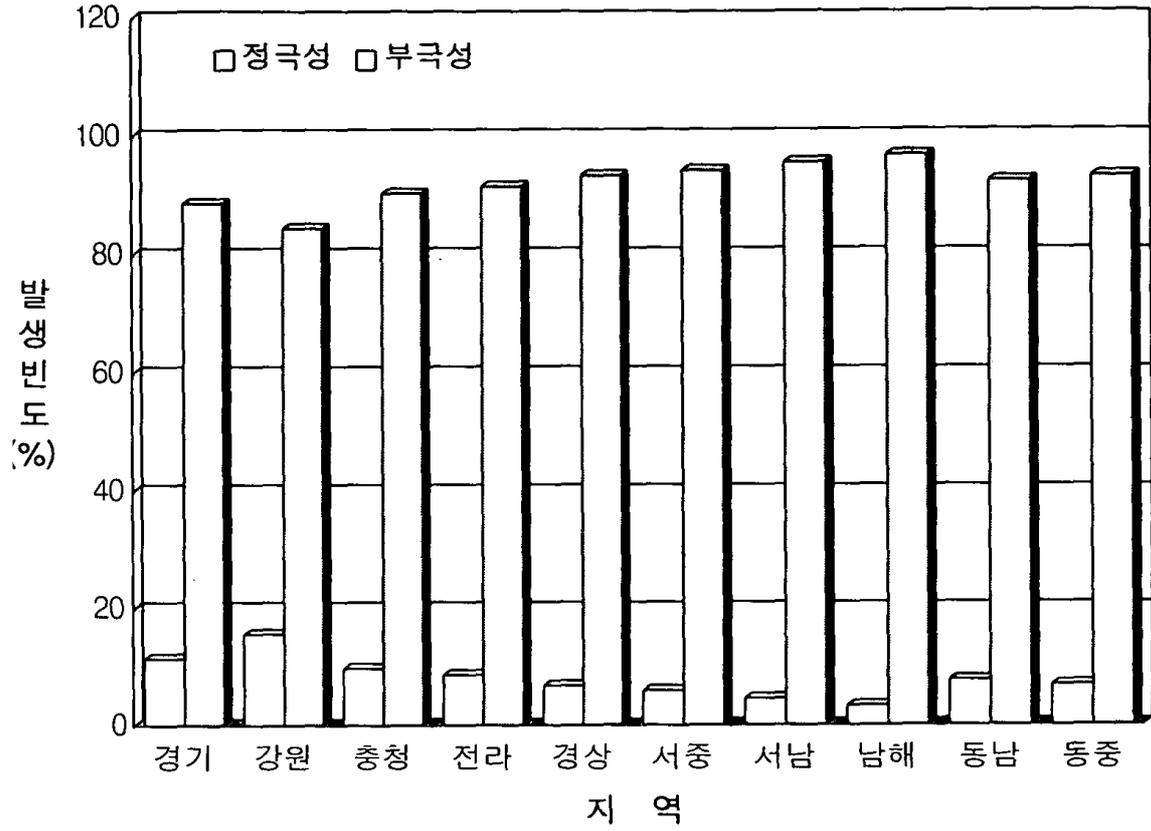


그림61 2001년 지역별 연간 극성률

## 5. 落雷强度分析

### 가. 월별 평균 낙뢰 강도

#### 1) 육지(5개구역)의 월별 낙뢰 강도

낙뢰의 극성율을 보면 부극성의 낙뢰가 월등히 높은 빈도로 발생되고 있으나, 극성의 세기를 보면 정극성낙뢰가 부극성낙뢰 보다 훨씬 강했다. 정극성의 경우 일반적으로 50kA정도를 보이거나 부극성낙뢰의 경우 25kA이하를 나타내고 있다. 2001년에 발생한 낙뢰의 강도분포도 예년과 비슷한 분포를 보이고 있음을 알 수 있다. 지역별로 그 분포를 살펴보면 우선 경기도의 경우 12월에 발생한 정극성의 낙뢰 세기가 120kA를 보이고 있어 흥미롭다. 2월에 발생한 정극성의 세기는 80kA를 보이고 있으며, 그 외의 달에는 30kA의 전후를 보이고 있음을 알 수 있다. 한편 부극성 낙뢰의 세기는 일반적인 경향과 비슷한 20kA전후를 나타내고 있다. 강원도의 경우 3월, 10월, 11월, 12월에 80kA에 이르는 강한 강도를 보이고 있어 정극성 낙뢰의 평균값을 상회하고 있다. 12월의 부극성 낙뢰가 70kA를 보이고 있어 흥미롭다. 충청도의 10월과 12월의 정극성의 낙뢰 강도는 80kA를 넘는 강도를 보이고 있어 비교적 높은 강도의 세기를 보이고 있음을 알 수 있다. 전라도의 겨우 3월달에 정극성의 세기가 120kA를 보이고 있어 높은 강도를 보이고 있음을 알 수 있다. 그 밖의 낙뢰 강도는 일반적인 경향과 비슷한 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 전라도지방에서 2001년도에 발생한 낙뢰극성별 강도 분포를 보면 강원도의 3월과 같이 3월달에 정극성의 세기가 120kA를 보이고 있어 강한 강도를 보이고 있다. 부극성의 세기를 보면 5월에 40kA를 보이고 있어 평균 강도값을 상회하는 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 경상도지방에서 발생한 강도분포를 보면 12월에 정극성의 세기가 120kA를 나타내고 있어, 경기도 지방의 1월과 전라도지방의 3월에 발생한 정극성 낙뢰의 강도 비슷하게 120kA를 육박하는 강한 강도를 나타내고 있어 흥미롭다. 부극성 낙뢰의 경우 일반적인 강도의 세기와 비슷한 강도를 보이고 있음을 알 수 있다(그림 62, 부록A의 표A. 40).

## 2) 해상( 5개구역 )의 월별 낙뢰 강도

육지에서와 비슷한 경향으로 정극성 낙뢰의 강도가 부극성 보다 강한 값을 보이고 있어 평년과 비슷한 경향을 보이고 있으나, 육지보다 해양에서 정극성 및 부극성 낙뢰 강도의 세기가 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 서해중부 지방에서 발생한 정극성 낙뢰 발생 강도를 보면 1월에는 100kA, 11월과 12월에는 90kA를 나타내고 있어 강한 강도를 보이고 있음을 알 수 있다. 서해남부지방의 경우 9월달에 발생한 정극성낙뢰의 세기가 180kA이상의 값을 나타내고 있어 육지와 해양을 통틀어 가장 높은 강도값을 보이고 있음을 알 수 있다. 남해지방에서 발생한 낙뢰 강도분포를 보면 1월, 3월, 12월에 90kA이상의 강도를 보이고 있어 강한 강도를 보이고 있다. 동해남부지방에서는 1월에 120kA로 가장 높은 강도를 보이고 있으며 2월, 3월, 11월, 12월에 각각 80kA정도의 정극성의 세기를 보이고 있음을 알 수 있다. 부극성의 세기를 보면 남해와 동해남부에서 30kA를 상회하여 일반적인 강도보다 약간 높은 세기를 보이고 있다. 동해남부지방에서 발생한 정극성 낙뢰의 강도를 보면 11월과 12월에 90kA를 넘는 강한 강도를 보이고 있다. 부극성낙뢰의 강도를 보면 전해상에서 발생한 낙뢰 강도중에서 가장 높은 35kA이상의 빈도를 보이고 있음을 알 수 있다(그림63, 부록A의 표A.41).

## 나. 계절별 평균 낙뢰 강도

### 1) 육지( 5개구역 )의 계절별 낙뢰 강도

전반적으로 정극성낙뢰의 강도가 부극성보다 높게 나타났다. 부극성낙뢰의 강도는 20kA전후의 값이 관측되고 있으나, 정극성낙뢰의 강도를 보면 3계절 모두 40kA 전후의 값을 보이고 있다. 정극성 낙뢰의 강도를 보면 전라도의 봄철에 100kA를 보이고 있어 가장 강도가 높게 나타나고 있다. 또한 경기도의 가을, 강원도의 봄과 가을, 충청도의 가을, 경상도의 가을에 정극성 낙뢰강도가 60kA에 가까운 값을 가지고 있음을 알 수 있다. 내륙5개 지역의 여름철 정극성 낙뢰 강도 분포를 보면 40kA이하의 강도값을 보이고 있으며, 전라도 지방의 봄철에 발생한 낙뢰강도가 30kA를 보이고 있고 그 외의 지역에서는 일반적인 20kA전후를 보이고 있다(그림64, 부록 A의 표A. 42).

## 2) 해상(5개구역)의 계절별 낙뢰 강도

해상에서의 강도분포를 보면 서해남부지방에서 발생한 정극성 낙뢰의 강도가 100kA를 상회하는 특이한 값을 나타내고 있으며, 서해중부의 가을과 남해의 봄과 가을, 동해남부의 봄과 가을, 동해 중부의 가을에 발생한 정극성 낙뢰의 강도는 60kA정도를 보이고 있어 평균값을 상회하고 있다. 한편 부극성 낙뢰의 강도를 보면 서해중부 및 서해남부 해상에서는 평균값의 분포를 보이고 있으나, 남해와 동해남부 및 동해중부해상에서 발생한 낙뢰의 강도를 보면 35kA로써 평균값보다 강한 강도를 보이고 있음을 알 수 있다(그림 65, 부록A의 표A.43).

## 3) 2001년의 계절별 평균 낙뢰 강도

2001년 1년 동안의 3계절 평균 낙뢰강도 분포를 보면 전반적으로 정극성 낙뢰의 강도가 부극성 낙뢰의 2배 이상의 값으로 나타나고 있다. 낙뢰의 세기를 보면 가을철의 정극성 낙뢰의 세기가 60kA를 보이고 있어, 3계절 중 가장 높은 낙뢰의 강도를 보이고 있다. 봄, 여름, 가을철의 부극성 낙뢰의 세기는 25kA로 일정하나 정극성 낙뢰의 강도는 봄과 여름철에 40kA, 가을에 60kA를 보이고 있다(그림 66).

## 다. 구역별 연간 평균 낙뢰 강도

낙뢰의 발생빈도의 극성율에서는 부극성이 월등히 우세한 것으로 나타났지만, 낙뢰강도의 세기는 오히려 정극성이 2배 이상 강한 것으로 나타났다. 정극성 낙뢰의 강도는 평균적으로 60kA를 넘는 큰 값으로 보였지만, 부극성 낙뢰는 25kA값을 보였다. 이상에서 알 수 있듯이 전반적으로 육지보다 해상에서 낙뢰의 강도가 강하게 나타나고있음을 알 수 있어 평년과 비슷한 빈도 분포를 보이고 있다. 남해해상에서는 정극성의 세기가 70kA를 보이고 있어, 육지해상을 포함하여 가장 높은 강도를 보이고 있다. 다음으로 서해남부 해상과 동해남부 해상에서 70kA를 약간 밑도는 값을 보이고 있다(그림 67).

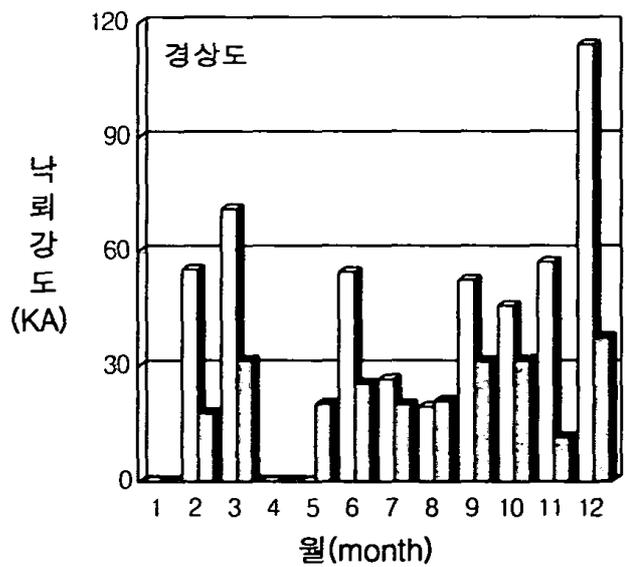
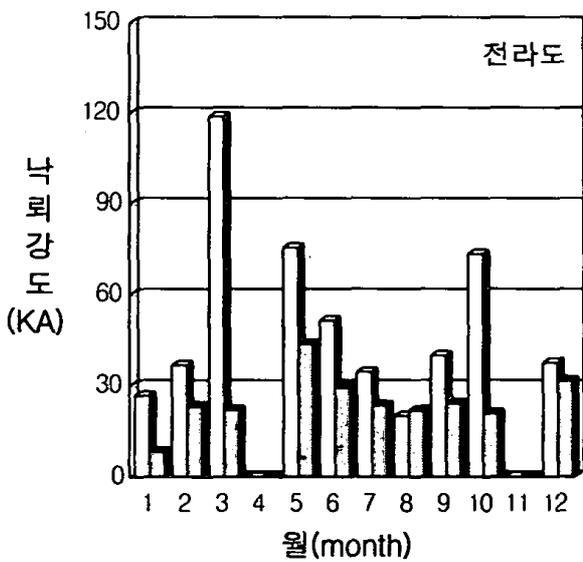
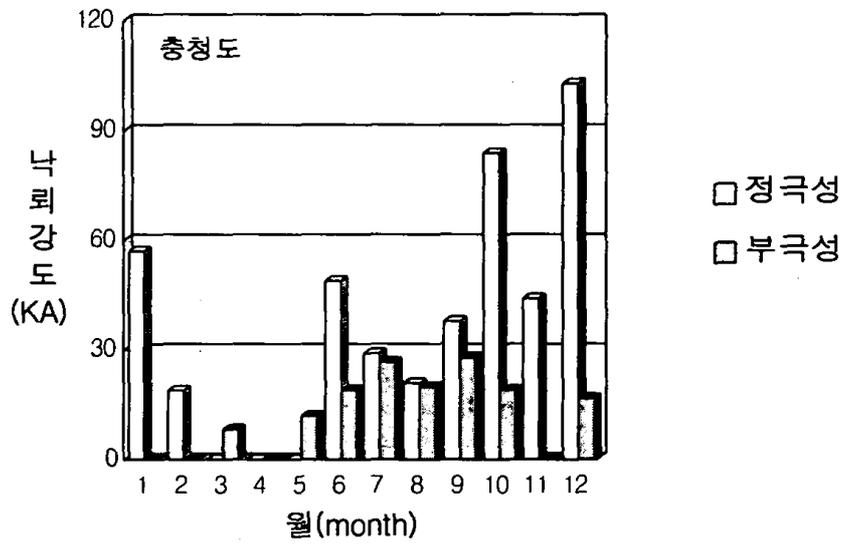
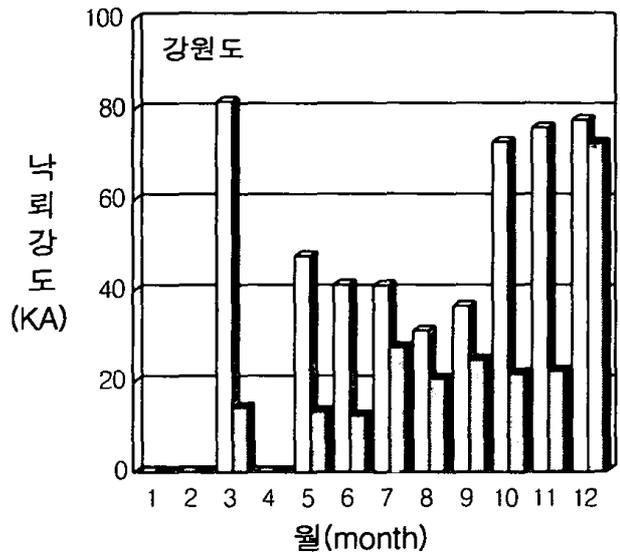
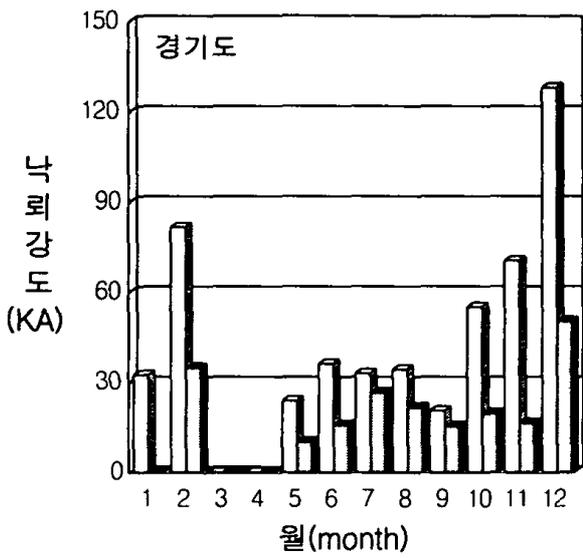


그림62 육지(5개 구역)의 월별 평균 낙뢰 강도

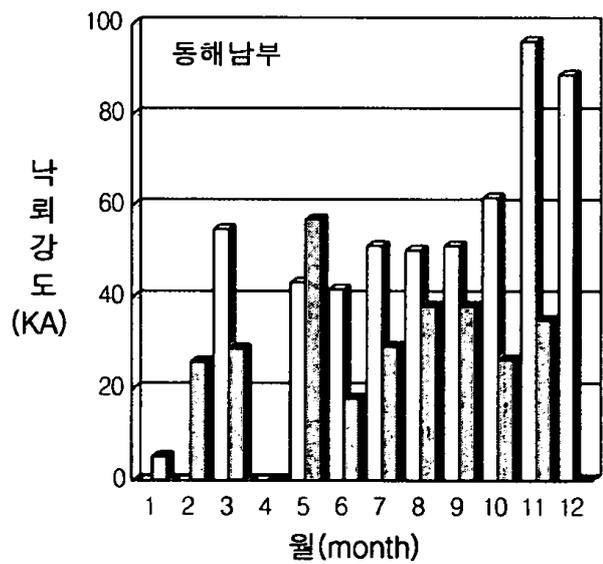
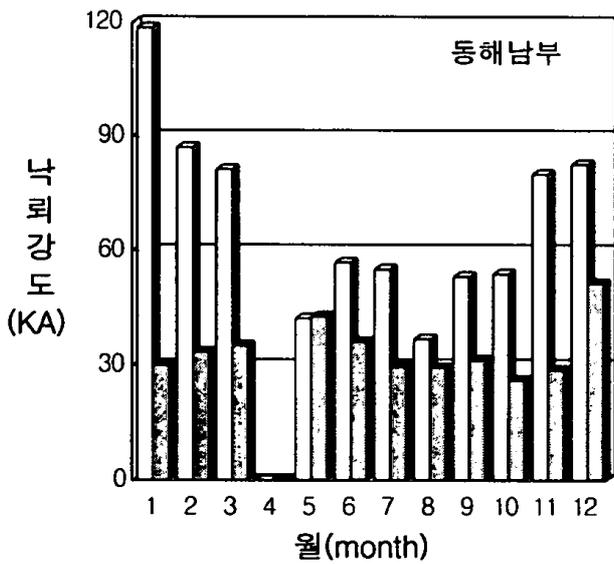
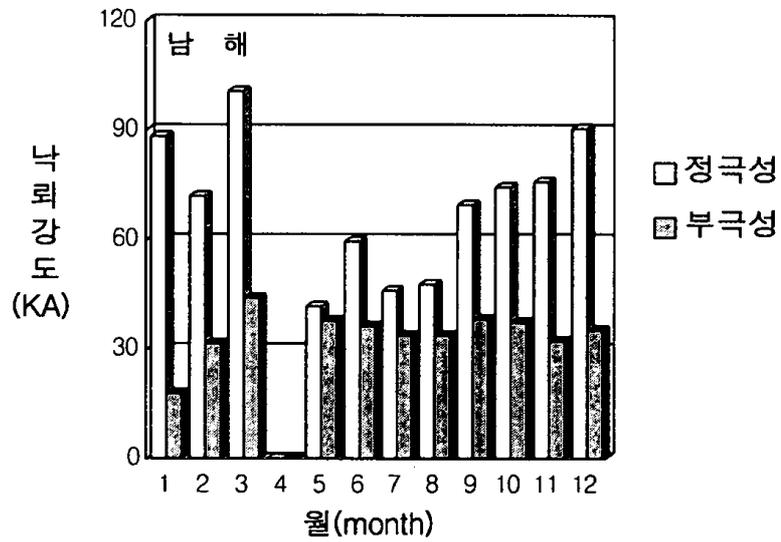
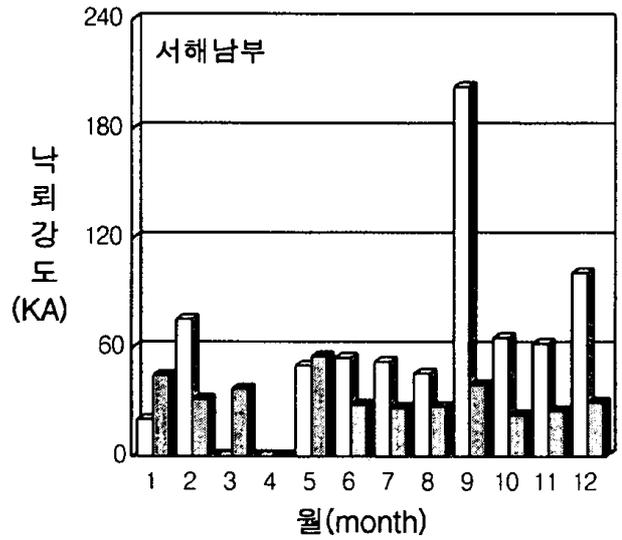
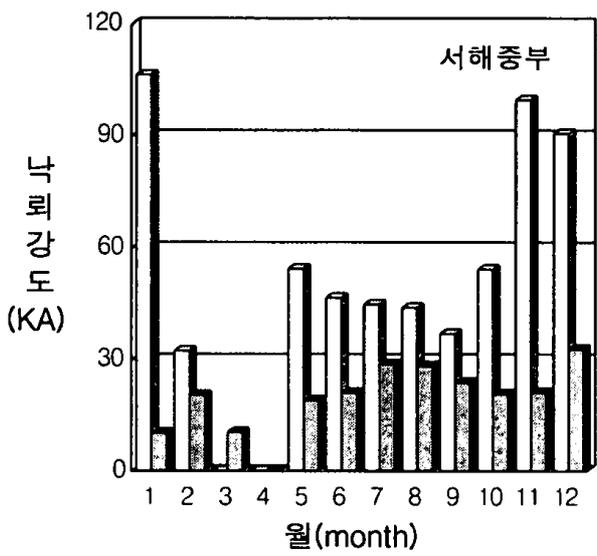


그림63 해상(5개 구역)의 월별 평균 낙뢰 강도

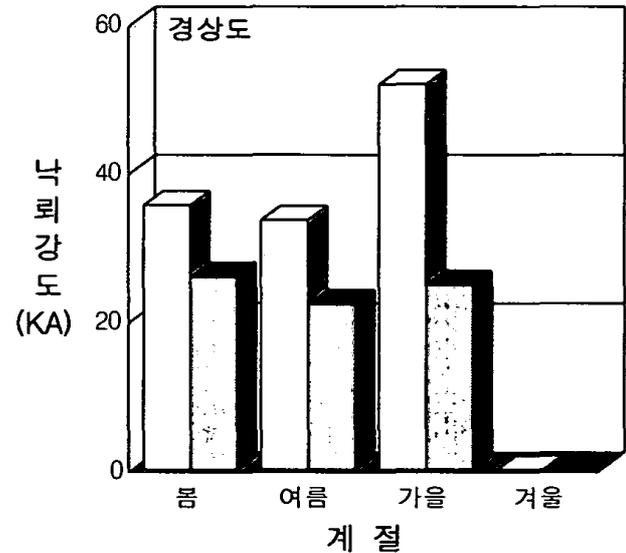
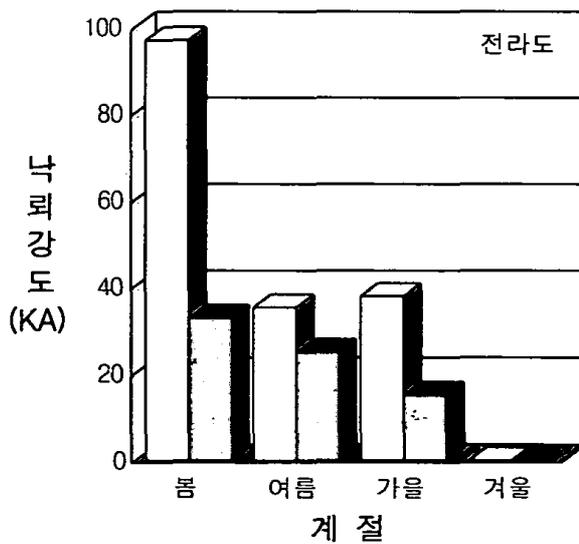
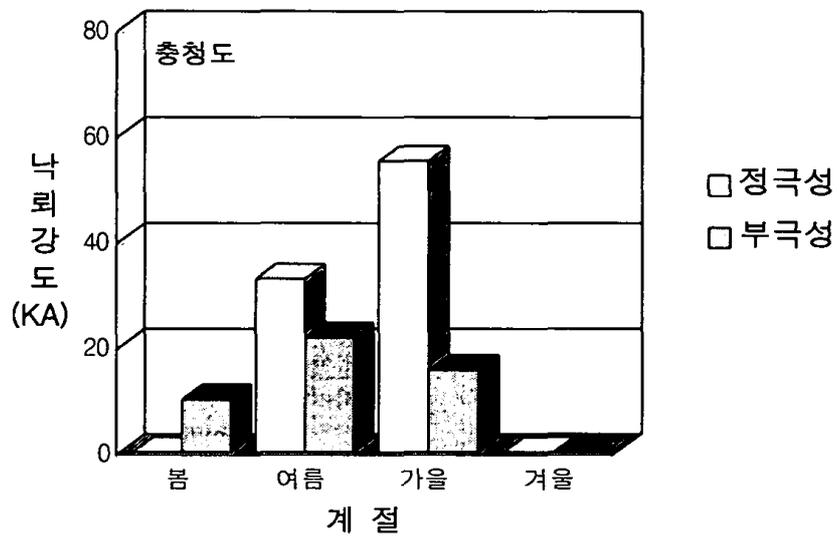
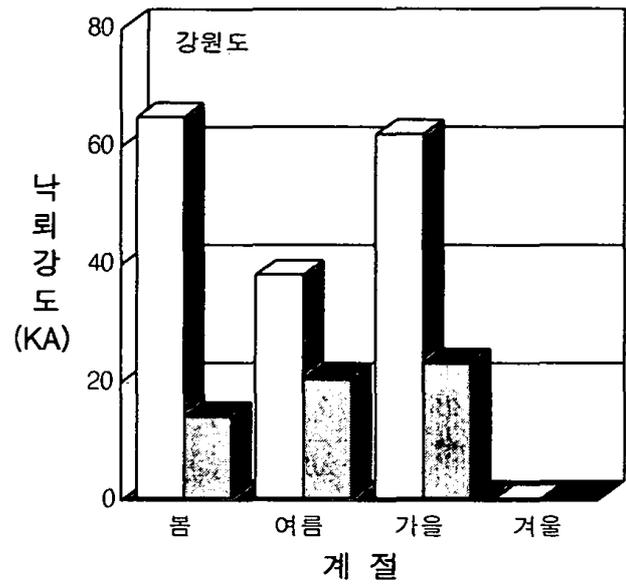
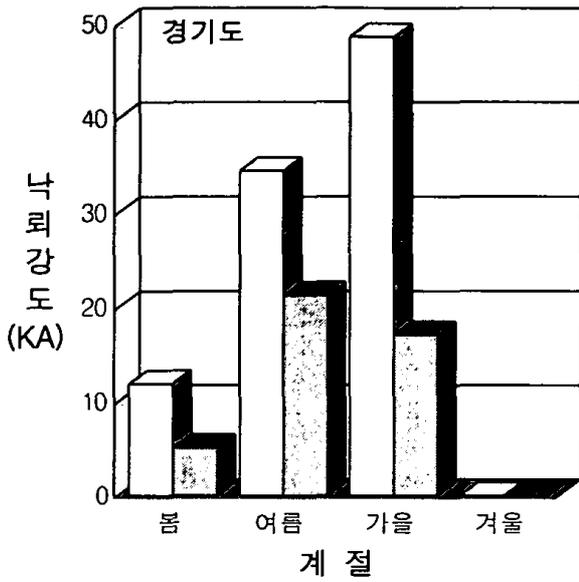


그림64 육지(5개 구역)의 계절별 평균 낙뢰 강도

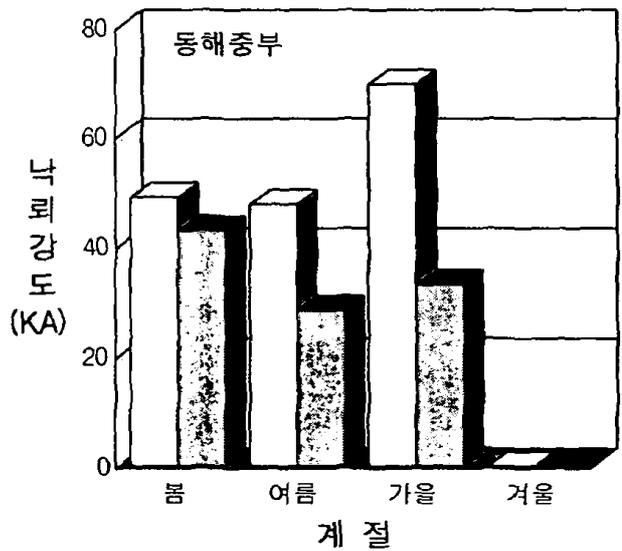
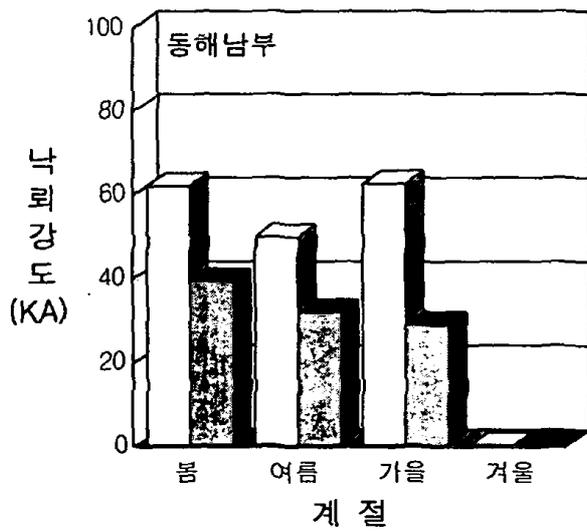
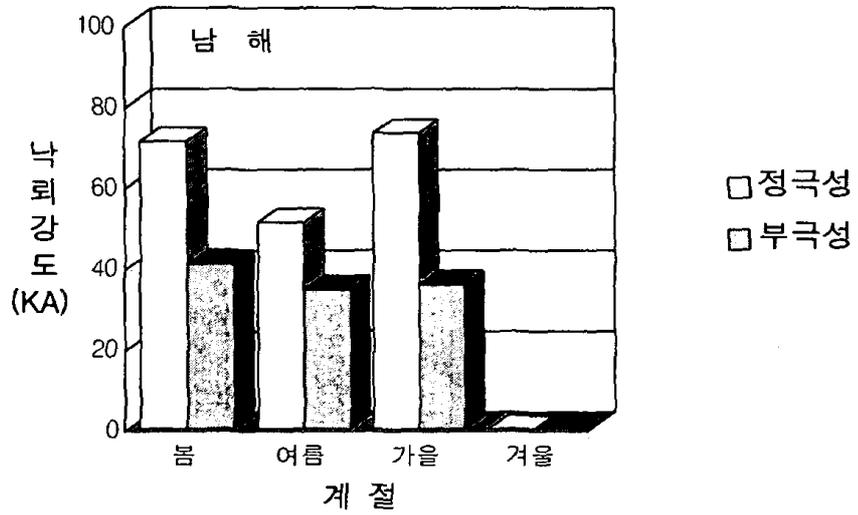
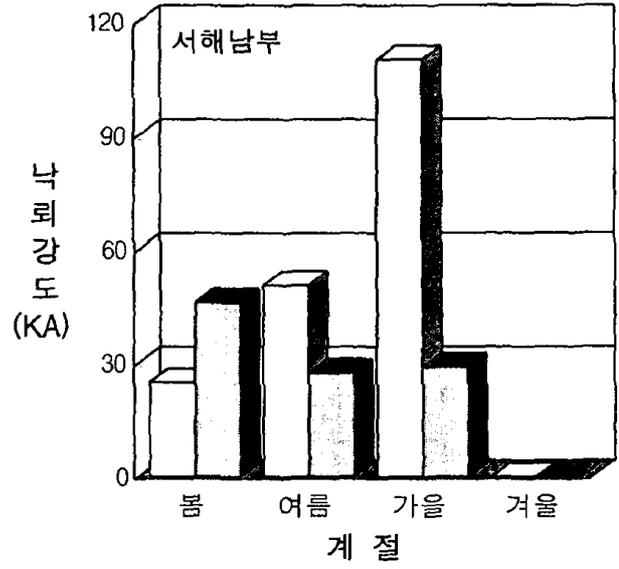
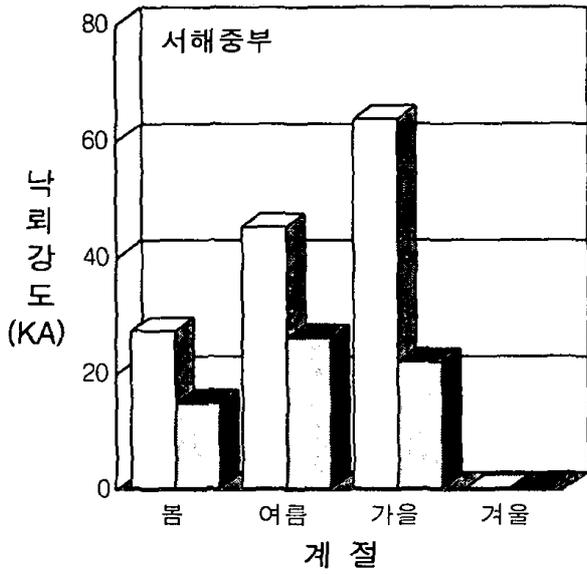


그림65 해상(5개 구역)의 계절별 평균 낙뢰 강도

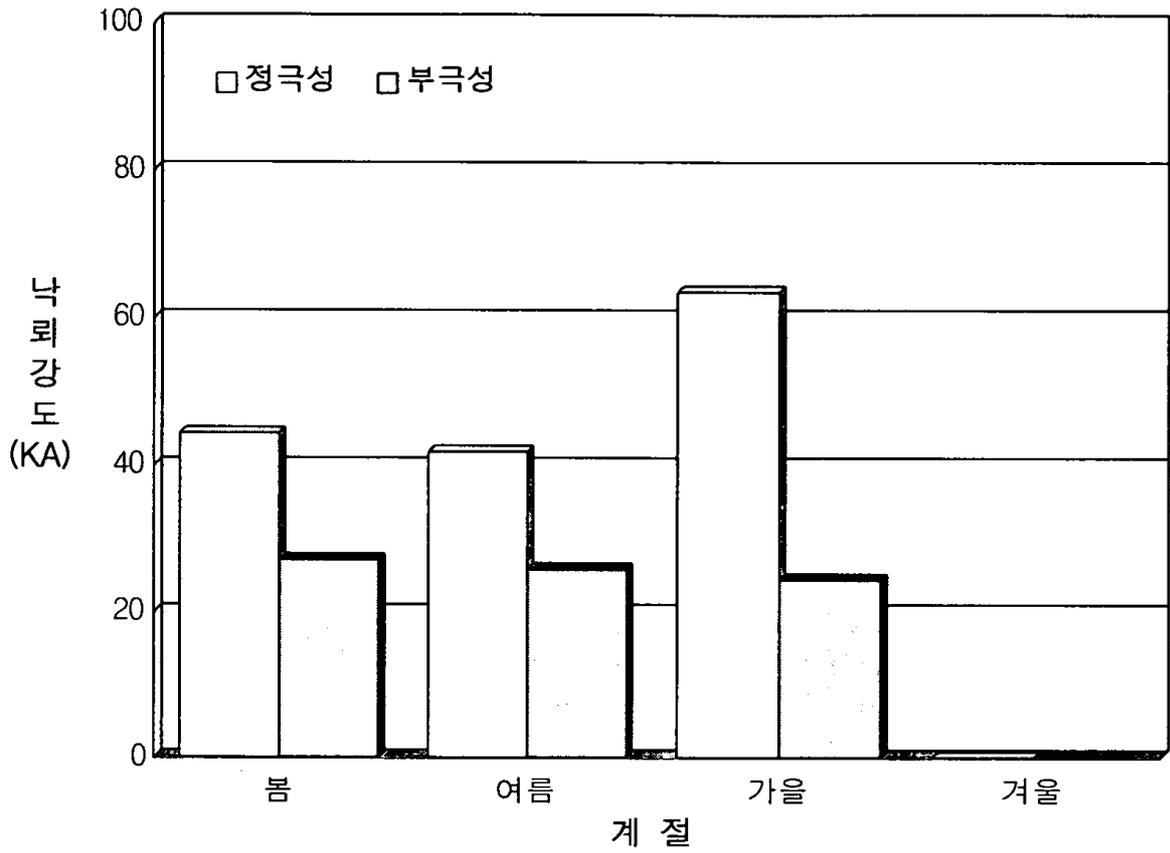


그림66 2001년 계절별 평균낙뢰 강도

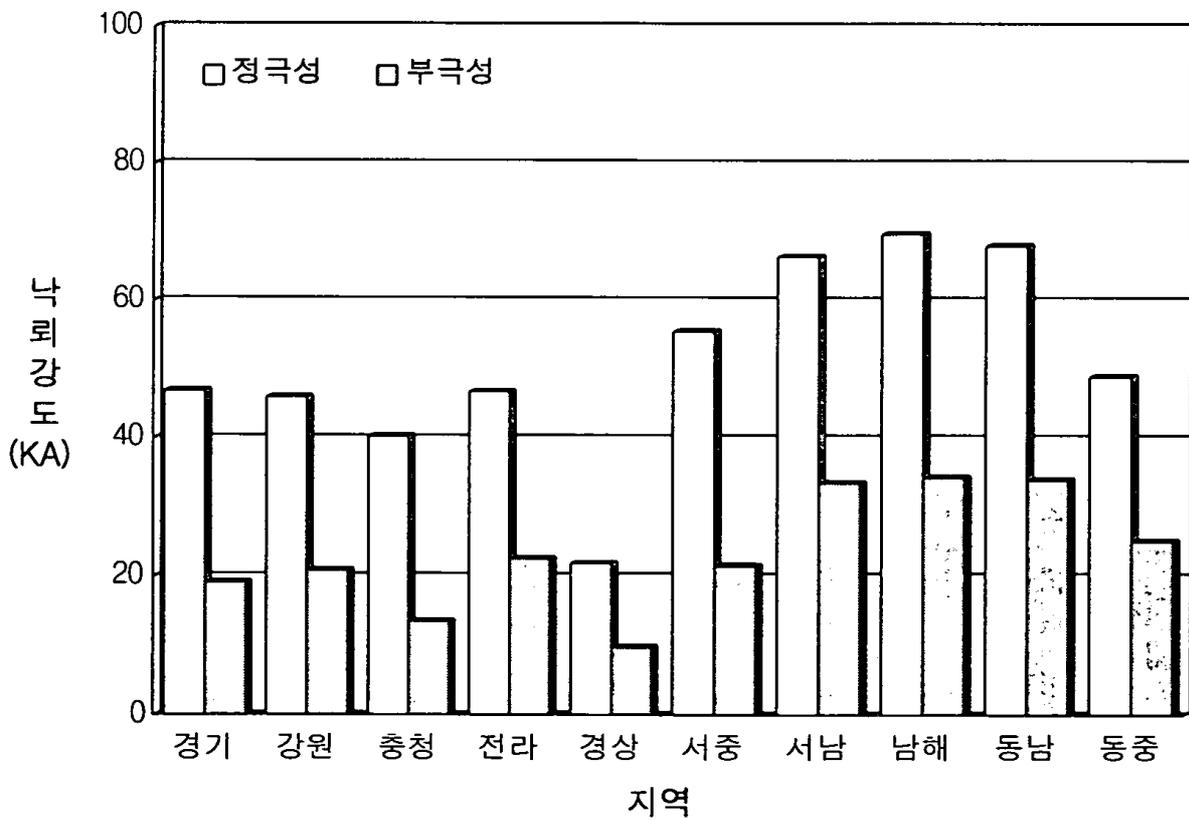


그림67 2001년 지역별 연간 평균 낙뢰 강도

부록 A 낙뢰자료 통계

표 A.1 주요도시(8개)의 1월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.2 주요도시(8개)의 2월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	1	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	1	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	1
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.3 주요도시(8개)의 3월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.4 주요도시(8개)의 4월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.5 주요도시(8개)의 5월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	0	0	2	0	0	0	0	0
1-2	0	0	5	0	0	0	0	0
2-3	0	2	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	3	0	0	0	0	0	0	0
6-7	2	1	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	1
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.6 주요도시(8개)의 6월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	0	0	0	0	1	1	0	0
1-2	26	0	0	0	0	0	2	3
2-3	11	0	0	1	0	0	0	11
3-4	1	0	0	1	0	1	0	3
4-5	0	0	0	0	0	0	0	2
5-6	0	0	0	0	0	1	2	3
6-7	0	0	0	0	0	0	2	3
7-8	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9	1	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	2	0	0
10-11	0	0	0	0	3	0	0	0
11-12	0	0	0	0	7	2	0	1
12-13	0	0	0	0	2	5	2	4
13-14	0	0	0	0	0	3	0	0
14-15	0	0	0	1	5	0	1	0
15-16	0	2	0	1	0	0	0	1
16-17	1	1	0	0	0	0	0	0
17-18	1	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	1	0
19-20	0	0	0	0	0	0	1	0
20-21	0	0	0	0	0	2	1	0
21-22	24	0	0	0	0	1	0	1
22-23	0	0	0	1	0	0	0	1
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.7 주요도시(8개)의 7월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	13	1	0	2	0	0	13	3
1-2	17	0	0	0	0	0	9	2
2-3	29	0	41	0	2	2	1	3
3-4	15	0	6	2	1	0	1	4
4-5	37	1	3	4	0	1	3	1
5-6	96	1	0	2	0	9	8	3
6-7	48	0	0	4	0	7	1	6
7-8	47	1	1	5	2	4	3	1
8-9	25	1	0	17	0	7	3	4
9-10	32	1	0	38	0	11	1	4
10-11	96	0	0	119	0	5	0	14
11-12	31	1	6	4	0	11	16	1
12-13	18	0	2	5	5	9	23	4
13-14	22	0	0	12	33	16	26	11
14-15	13	0	0	10	45	8	10	7
15-16	6	0	0	6	13	5	13	2
16-17	13	0	0	8	6	4	5	1
17-18	0	0	1	18	4	6	8	3
18-19	59	0	0	3	8	9	2	0
19-20	76	0	0	3	8	7	1	1
20-21	0	0	0	0	0	1	1	2
21-22	0	0	0	0	0	1	0	3
22-23	3	0	0	0	0	1	0	3
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.8 주요도시(8개)의 8월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	37	0	0	2	2	3	1	5
1-2	9	0	0	0	0	1	0	5
2-3	5	0	0	0	0	2	5	2
3-4	0	0	0	0	1	0	7	8
4-5	0	0	0	0	1	1	1	24
5-6	0	0	0	1	0	0	2	9
6-7	4	0	0	5	0	0	14	8
7-8	1	0	0	0	4	1	50	6
8-9	3	0	0	1	0	5	30	3
9-10	1	0	0	1	0	1	10	12
10-11	28	0	0	1	12	3	2	8
11-12	9	0	0	5	15	2	3	14
12-13	1	0	0	9	21	10	8	42
13-14	51	0	0	11	4	7	19	23
14-15	11	0	0	24	14	6	482	8
15-16	17	0	9	0	3	8	29	5
16-17	5	16	1	16	2	11	7	2
17-18	4	4	1	71	34	7	3	5
18-19	9	1	1	164	4	5	1	2
19-20	8	0	8	36	116	0	0	1
20-21	5	0	0	10	59	1	1	0
21-22	0	1	0	2	18	3	1	5
22-23	1	1	1	5	2	4	1	1
23-24	0	0	0	0	0	0	0	2

표 A.9 주요도시(8개)의 9월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	1	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	1	0
5-6	0	7	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	1	0	0	0
10-11	0	0	0	1	0	1	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	1	0	0	0	0	0	0	0
13-14	4	0	0	0	0	0	0	0
14-15	31	2	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	2	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	1	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.10 주요도시(8개)의 10월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	2	1	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	1
2-3	0	0	0	0	0	1	3	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	1	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9	1	0	0	1	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	3	19	0	0	0	0
12-13	0	0	0	9	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	6	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	7	0	0
17-18	0	1	0	0	0	28	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	1	0	0	0	0
20-21	0	1	0	1	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.11 주요도시(8개)의 11월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	1	0	0	0	0	0	0
8-9	0	4	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	1	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A.12 주요도시(8개)의 12월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	1	0	0	0	0	0	0	0
20-21	1	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	1
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A. 13 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 1월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
3-4	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
8-9	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0
17-18	0	0	0	7	0	0	1	0	1	0
18-19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	1	1	8	0
20-21	1	0	1	0	0	2	0	0	9	1
21-22	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A. 14 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 2월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	15	0	1	0
5-6	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0
8-9	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
9-10	3	0	1	1	0	0	4	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
11-12	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	12	3	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
15-16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	10	19	0	3	11	1	0
18-19	0	0	0	7	1	0	1	32	0	0
19-20	0	0	0	0	2	0	0	13	0	0
20-21	0	0	0	0	1	0	0	12	8	1
21-22	0	0	0	0	0	1	0	10	20	1
22-23	0	0	0	0	0	0	0	17	19	1
23-24	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0

표 A. 15 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 3월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	7
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
4-5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7-8	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0
8-9	0	0	0	2	1	0	0	0	2	0
9-10	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
11-12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	2	0	0	2	18	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	4	30	2	1
14-15	0	0	0	1	1	0	0	33	3	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	8	7	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	4	2	1
19-20	0	0	0	0	0	0	0	3	1	2
20-21	0	0	0	0	4	0	0	1	1	2
21-22	0	2	1	0	1	0	0	1	30	108
22-23	0	0	0	0	1	0	0	1	61	110
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	34	32

표 A. 16 육지 (5개지역) 및 해상(5개지역)의 4월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A. 17 육지 (5개지역) 및 해상(5개지역)의 5월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	8	27	3	1	1	7	1	0	1	12
1-2	6	61	2	0	1	17	0	0	0	0
2-3	0	45	0	0	0	20	3	0	1	9
3-4	0	9	1	0	1	4	3	0	0	9
4-5	0	3	0	1	0	25	2	0	0	17
5-6	14	66	0	0	0	63	2	1	0	2
6-7	24	94	0	1	0	28	0	3	0	2
7-8	1	30	0	0	0	18	0	5	0	2
8-9	0	4	0	0	0	25	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
11-12	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0
12-13	8	84	0	0	0	9	0	0	0	0
13-14	3	139	0	0	1	7	0	0	0	2
14-15	1	79	0	0	1	7	0	0	1	6
15-16	0	42	0	1	0	9	5	4	0	13
16-17	0	24	0	16	0	4	1	4	12	6
17-18	0	57	2	19	2	3	6	20	3	6
18-19	0	52	0	6	0	2	0	32	1	9
19-20	0	14	0	0	0	0	0	5	4	8
20-21	0	21	0	0	0	0	4	0	2	13
21-22	0	7	0	0	0	1	0	0	2	6
22-23	0	6	0	0	0	0	2	1	0	6
23-24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

표 A. 18 육지 (5개지역) 및 해상(5개지역)의 6월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	10	19	4	11	12	32	25	112	17	0
1-2	102	18	4	5	13	37	10	174	7	4
2-3	126	12	32	10	1	10	14	221	15	2
3-4	38	56	136	40	8	6	21	281	25	0
4-5	1	24	30	40	27	4	38	245	15	3
5-6	0	27	0	64	10	22	32	229	45	1
6-7	0	3	0	12	9	144	31	143	64	2
7-8	1	0	1	14	3	255	41	88	79	1
8-9	2	2	2	14	4	102	256	72	75	2
9-10	0	0	5	46	1	55	334	76	70	0
10-11	1	0	2	94	14	60	617	73	59	0
11-12	2	0	7	116	57	81	551	79	48	1
12-13	6	28	5	181	99	39	291	145	90	2
13-14	0	19	13	133	71	59	267	100	62	4
14-15	0	46	16	43	66	54	150	127	43	5
15-16	1	206	27	32	29	9	16	72	41	3
16-17	1	510	19	25	36	4	10	77	16	37
17-18	12	515	7	6	24	6	23	64	4	73
18-19	21	382	7	11	9	3	75	28	26	156
19-20	55	276	34	36	26	2	82	16	17	61
20-21	73	234	10	76	17	5	121	12	52	5
21-22	107	80	10	66	48	14	39	36	18	52
22-23	12	12	1	44	80	7	21	136	26	37
23-24	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1

표 A. 19 육지 (5개지역) 및 해상(5개지역)의 7월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	135	147	14	12	119	635	267	1312	36	30
1-2	574	317	31	25	354	822	390	869	40	26
2-3	548	740	82	22	178	957	1369	725	53	21
3-4	282	352	140	36	50	1361	2866	813	60	6
4-5	435	285	374	93	44	1838	3759	730	50	8
5-6	814	300	723	157	52	1883	4593	442	50	12
6-7	594	315	896	103	72	3077	3142	309	24	25
7-8	211	245	543	112	73	3119	1515	255	11	147
8-9	326	184	431	148	33	2509	1354	403	17	113
9-10	380	149	254	118	29	2274	974	291	31	37
10-11	912	148	390	128	27	1390	970	464	52	16
11-12	478	339	224	699	249	1656	678	1551	32	15
12-13	170	101	104	920	495	2435	743	1484	124	9
13-14	217	44	98	755	1112	981	422	647	419	3
14-15	91	135	119	475	2138	1198	421	340	696	4
15-16	28	106	233	501	2712	626	163	298	430	5
16-17	91	56	216	935	3409	513	92	389	380	10
17-18	38	46	226	1143	2337	616	63	457	161	17
18-19	148	53	71	672	683	584	376	337	97	9
19-20	239	105	153	150	137	505	547	188	67	13
20-21	92	51	27	34	78	458	255	272	100	1
21-22	6	13	6	18	31	272	236	430	51	2
22-23	69	38	4	66	77	580	134	513	47	5
23-24	6	0	0	0	0	7	4	13	0	0

표 A. 20 육지 (5개지역) 및 해상(5개지역)의 8월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	97	76	40	103	65	195	31	1240	114	2004
1-2	92	68	125	129	159	322	64	1725	331	589
2-3	41	57	59	48	129	472	34	1575	332	383
3-4	11	60	6	12	154	550	47	914	888	182
4-5	11	25	2	23	91	650	150	1358	1073	61
5-6	13	13	11	78	71	1154	206	2534	808	64
6-7	17	8	37	129	98	1685	451	1930	419	62
7-8	25	9	38	72	166	1032	748	1615	302	57
8-9	86	88	17	79	137	588	538	1418	101	24
9-10	32	90	16	60	309	506	370	1295	105	30
10-11	187	40	6	75	963	497	406	956	106	31
11-12	60	59	38	127	809	582	863	1070	191	19
12-13	44	107	120	364	1463	1086	587	1444	136	85
13-14	156	333	190	401	1815	793	729	1523	188	48
14-15	170	200	379	141	2082	575	787	1552	160	150
15-16	165	304	18	421	435	154	719	1370	229	145
16-17	107	857	79	453	517	89	877	759	356	297
17-18	171	320	311	340	1058	145	383	396	843	255
18-19	143	217	702	523	972	148	55	250	600	195
19-20	104	147	604	314	779	169	48	215	289	184
20-21	232	67	469	24	708	254	16	142	607	322
21-22	181	66	676	59	93	101	73	318	495	420
22-23	105	61	454	24	39	59	114	496	126	744
23-24	6	4	11	6	3	2	9	81	10	246

표 A. 21 육지 (5개지역) 및 해상(5개지역)의 9월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	0	7	0	1	8	12	0	13	10	9
1-2	1	50	0	0	2	49	1	12	5	67
2-3	0	36	0	0	3	18	2	13	10	43
3-4	1	21	0	0	3	63	1	24	3	25
4-5	1	16	1	7	4	62	0	37	4	79
5-6	0	52	0	2	1	18	4	34	7	57
6-7	1	54	0	2	5	17	1	42	3	16
7-8	1	28	1	1	9	9	3	37	3	26
8-9	0	7	0	2	2	1	3	29	5	17
9-10	0	1	0	2	16	1	1	257	7	1
10-11	4	1	1	2	16	7	2	92	3	0
11-12	12	2	0	0	5	9	0	33	10	0
12-13	7	1	1	2	19	0	0	19	31	0
13-14	7	1	10	0	12	1	0	23	27	39
14-15	89	23	4	0	0	5	0	41	4	37
15-16	0	5	0	0	1	1	0	11	5	48
16-17	23	101	7	0	0	1	0	6	6	46
17-18	2	84	15	3	6	13	0	2	4	54
18-19	0	93	22	6	1	27	0	3	7	74
19-20	0	79	5	3	15	34	0	10	3	34
20-21	0	64	0	1	78	58	1	24	3	25
21-22	2	6	0	0	19	146	1	64	18	17
22-23	0	21	0	0	5	70	2	22	27	15
23-24	0	3	0	0	1	22	2	21	34	0

표 A. 22 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 10월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	2	13	25	2	0	160	18	3	10	23
1-2	0	1	130	9	8	73	9	18	12	24
2-3	0	1	4	9	8	27	11	27	14	50
3-4	1	1	0	0	0	87	4	14	5	24
4-5	0	3	0	0	0	71	5	5	10	6
5-6	14	4	19	3	0	128	10	3	9	15
6-7	4	3	13	4	0	199	3	3	5	28
7-8	23	11	27	10	0	98	11	21	8	10
8-9	13	31	7	12	0	49	17	11	4	4
9-10	16	15	0	8	0	21	10	21	4	4
10-11	12	0	5	12	0	36	4	15	1	3
11-12	15	10	71	57	0	33	4	19	3	22
12-13	0	1	75	21	3	8	0	7	2	1
13-14	0	0	15	8	2	10	1	6	2	0
14-15	0	0	8	7	0	44	1	12	2	1
15-16	0	7	0	27	3	132	5	10	1	7
16-17	0	14	0	38	1	88	16	11	4	14
17-18	0	9	1	122	1	34	24	34	28	54
18-19	0	14	0	68	4	53	24	16	7	34
19-20	2	0	7	2	10	39	30	19	8	28
20-21	0	3	10	1	32	78	34	23	5	53
21-22	0	2	1	0	18	106	27	14	3	31
22-23	0	5	0	0	8	38	7	15	5	61
23-24	0	0	0	0	0	1	13	20	2	5

표 A. 23 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 11월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0-1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1
1-2	0	2	0	0	0	0	0	1	3	7
2-3	0	1	0	0	0	0	0	2	7	15
3-4	0	0	0	0	0	2	0	0	7	5
4-5	0	0	0	0	0	0	1	0	9	5
5-6	0	0	0	0	0	4	1	3	1	6
6-7	0	1	0	0	0	0	0	0	1	18
7-8	0	5	0	0	0	0	0	4	4	35
8-9	0	4	0	0	0	0	0	3	13	28
9-10	0	0	0	0	0	0	0	17	16	22
10-11	0	0	0	0	0	0	0	8	33	16
11-12	0	0	0	0	0	3	1	2	31	7
12-13	0	0	0	0	1	2	2	2	34	1
13-14	0	0	0	0	0	0	11	2	21	3
14-15	0	0	0	0	0	3	24	3	8	3
15-16	1	0	1	0	0	1	28	19	8	1
16-17	2	5	0	0	0	0	23	18	10	1
17-18	6	0	0	0	1	1	29	19	11	1
18-19	3	0	0	0	0	0	23	7	6	0
19-20	0	0	0	0	2	0	22	3	8	0
20-21	0	0	0	0	0	0	5	8	7	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	3	1	8
22-23	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3

표 A. 24 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 12월 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0-1	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	11	1	0
2-3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
5-6	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
6-7	0	2	0	0	1	0	7	3	7	0
7-8	0	1	0	0	2	0	2	4	7	1
8-9	0	3	0	0	2	0	1	4	20	0
9-10	0	0	0	0	1	0	0	12	6	0
10-11	0	0	0	0	2	0	0	1	6	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
12-13	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
13-14	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
16-17	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
17-18	0	0	0	0	0	1	0	3	1	1
18-19	1	0	0	0	0	11	1	5	0	1
19-20	8	0	0	0	0	12	0	2	1	1
20-21	1	0	1	0	0	4	0	6	0	0
21-22	2	0	0	0	0	2	0	5	0	0
22-23	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0
23-24	0	0	0	3	0	0	0	1	1	0

표 A. 25 주요도시(8개시)의 봄철 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0- 1	0	0	2	0	0	0	0	0
1-2	0	0	5	0	0	0	0	0
2-3	0	2	0	0	0	0	0	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	0	0
5-6	3	0	0	0	0	0	0	0
6-7	2	1	0	0	0	0	0	0
7-8	0	0	0	0	0	0	0	1
8-9	0	0	0	0	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	0	0	0	0	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A. 26 주요도시(8개시)의 여름철 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0- 1	50	1	0	4	3	4	14	8
1-2	52	0	0	0	0	1	11	10
2-3	45	0	41	1	2	4	6	16
3-4	16	0	6	3	2	1	8	15
4-5	37	1	3	4	1	2	4	27
5-6	96	1	0	3	0	10	12	15
6-7	52	0	0	9	0	7	17	17
7-8	48	1	1	5	6	5	53	7
8-9	29	1	0	18	0	12	33	7
9-10	33	1	0	39	0	14	11	16
10-11	124	0	0	120	15	8	2	22
11-12	40	1	6	9	22	15	19	16
12-13	19	0	2	14	28	24	33	50
13-14	73	0	0	23	37	26	45	34
14-15	24	0	0	35	64	14	493	15
15-16	23	2	9	7	16	13	42	8
16-17	19	17	1	24	8	15	12	3
17-18	5	4	2	89	38	13	11	8
18-19	68	1	1	167	12	14	4	2
19-20	84	0	8	39	124	7	2	2
20-21	5	0	0	10	59	4	3	2
21-22	24	1	0	2	18	5	1	9
22-23	4	1	1	6	2	5	1	5
23-24	0	0	0	0	0	0	0	2

표 A. 27 주요도시(8개시)의 가을철 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0- 1	2	1	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0	0	1
2-3	0	1	0	0	0	1	3	0
3-4	0	0	0	0	0	0	0	0
4-5	0	0	0	0	0	0	2	0
5-6	0	7	0	0	0	0	0	0
6-7	0	0	0	0	0	0	0	0
7-8	0	1	0	0	0	0	0	0
8-9	1	4	0	1	0	0	0	0
9-10	0	0	0	0	1	0	0	0
10-11	0	0	0	1	0	1	0	0
11-12	0	0	3	19	0	0	0	0
12-13	1	0	0	9	0	0	0	0
13-14	4	0	0	0	0	0	0	0
14-15	31	2	0	6	0	0	0	0
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	2	0	0	0	0	7	0	0
17-18	0	1	0	0	0	28	1	0
18-19	1	0	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	1	0	0	0	0
20-21	0	1	0	1	0	0	0	0
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0

표 A. 28 주요도시(8개시)의 겨울철 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0- 1	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	-	-	-	-	-	-	-	-
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-
7-8	-	-	-	-	-	-	-	-
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-
9-10	-	-	-	-	-	-	-	-
10-11	-	-	-	-	-	-	-	-
11-12	-	-	-	-	-	-	-	-
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-
13-14	-	-	-	-	-	-	-	-
14-15	-	-	-	-	-	-	-	-
15-16	-	-	-	-	-	-	-	-
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-
19-20	-	-	-	-	-	-	-	-
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-

표 A. 29 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 봄철 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	8	27	3	1	1	7	1	0	17	19
1-2	6	61	2	0	1	17	0	0	2	3
2-3	0	45	0	0	0	20	3	0	1	9
3-4	0	9	1	0	1	4	4	0	1	9
4-5	0	3	0	1	0	25	3	0	0	17
5-6	14	66	0	0	0	63	2	1	0	2
6-7	24	94	0	1	0	28	1	3	0	2
7-8	1	31	0	0	0	18	0	5	5	2
8-9	0	4	0	2	1	25	0	0	2	0
9-10	0	0	0	0	1	9	0	1	0	0
10-11	0	0	0	0	0	1	0	1	0	9
11-12	0	0	0	2	0	16	0	0	0	0
12-13	8	84	0	2	0	9	2	18	0	0
13-14	3	139	0	0	1	7	4	30	2	3
14-15	1	79	0	1	2	7	0	33	4	6
15-16	0	42	0	1	0	9	5	12	7	13
16-17	0	24	0	16	0	4	1	4	12	6
17-18	0	57	2	19	2	3	7	20	4	6
18-19	0	52	0	6	0	2	0	36	3	10
19-20	0	14	0	0	0	0	0	8	5	10
20-21	0	21	0	0	4	0	4	1	3	15
21-22	0	9	1	0	1	1	0	1	32	114
22-23	0	6	0	0	1	0	2	2	61	116
23-24	0	0	0	1	0	0	0	0	34	32

표 A. 30 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 여름철 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	242	242	58	126	196	862	323	2664	167	2034
1-2	768	403	160	159	526	1181	464	2768	378	619
2-3	715	809	173	80	308	1439	1417	2521	400	406
3-4	331	468	282	88	212	1917	2934	2008	973	188
4-5	447	334	406	156	162	2492	3947	2333	1138	72
5-6	827	340	734	299	133	3059	4831	3205	903	77
6-7	611	326	933	244	179	4906	3624	2382	507	89
7-8	237	254	582	198	242	4406	2304	1958	392	205
8-9	414	274	450	241	174	3199	2148	1893	193	139
9-10	412	239	275	224	339	2835	1678	1662	206	67
10-11	1100	188	398	297	1004	1947	1993	1493	217	47
11-12	540	398	269	942	1115	2319	2092	2700	271	35
12-13	220	236	229	1465	2057	3560	1621	3073	350	96
13-14	373	396	301	1289	2998	1833	1418	2270	669	55
14-15	261	381	514	659	4286	1827	1358	2019	899	159
15-16	194	616	278	954	3176	789	898	1740	700	153
16-17	199	1423	314	1413	3962	606	979	1225	752	344
17-18	221	881	544	1489	3419	767	469	917	1008	345
18-19	312	652	780	1206	1664	735	506	615	723	360
19-20	398	528	791	500	942	676	677	419	373	258
20-21	397	352	506	134	803	717	392	426	759	328
21-22	294	159	692	143	172	387	348	784	564	474
22-23	186	111	459	134	196	646	269	1145	199	786
23-24	12	5	11	6	4	9	13	94	10	247

표 A. 31 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 가을철 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	2	20	25	3	8	173	18	16	22	33
1-2	1	53	130	9	10	122	10	31	20	98
2-3	0	38	4	9	11	45	13	42	31	108
3-4	2	22	0	0	3	152	5	38	15	54
4-5	1	19	1	7	4	133	6	42	23	90
5-6	14	56	19	5	1	150	15	40	17	78
6-7	5	58	13	6	5	216	4	45	9	62
7-8	24	44	28	11	9	107	14	62	15	71
8-9	13	42	7	14	2	50	20	43	22	49
9-10	16	16	0	10	16	22	11	295	27	27
10-11	16	1	6	14	16	43	6	115	37	19
11-12	27	12	71	57	5	45	5	54	44	29
12-13	7	2	76	23	23	10	2	28	67	2
13-14	7	1	25	8	14	11	12	31	50	42
14-15	89	23	12	7	0	52	25	56	14	41
15-16	1	12	1	27	4	134	33	40	14	56
16-17	25	120	7	38	1	89	39	35	20	61
17-18	8	93	16	125	8	48	53	55	43	109
18-19	3	107	22	74	5	80	47	26	20	108
19-20	2	79	12	5	27	73	52	32	19	62
20-21	0	67	10	2	110	136	40	55	15	78
21-22	2	8	1	0	37	252	28	81	22	56
22-23	0	26	0	0	13	108	9	38	34	81
23-24	0	3	0	0	1	23	15	41	45	8

표 A. 32 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 겨울철 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 A. 33 주요도시(8개시)의 연간 시간별 낙뢰 발생 횟수

	서울	강릉	원주	대전	대구	광주	부산	제주
0- 1	52	2	2	4	3	4	14	8
1-2	52	0	5	0	0	1	11	11
2-3	45	3	41	1	2	5	9	16
3-4	16	0	6	3	2	1	8	15
4-5	37	1	3	4	1	2	6	27
5-6	99	8	0	3	0	10	12	15
6-7	54	1	0	9	0	7	17	17
7-8	48	2	1	5	6	5	53	8
8-9	30	5	0	49	0	12	33	7
9-10	33	1	0	39	1	14	11	16
10-11	124	0	0	121	15	9	2	22
11-12	40	1	9	28	22	15	19	16
12-13	20	0	2	23	28	24	33	50
13-14	77	0	0	23	37	26	45	34
14-15	55	2	0	41	64	14	493	15
15-16	23	2	9	8	16	13	42	8
16-17	21	17	1	24	8	22	12	3
17-18	5	5	2	89	3	41	12	8
18-19	69	1	1	167	12	14	5	2
19-20	85	0	8	40	124	7	2	2
20-21	6	1	0	11	59	4	3	2
21-22	24	1	0	2	18	5	1	10
22-23	4	1	1	6	2	5	1	6
23-24	0	0	0	0	0	0	0	2

표 A. 34 육지(5개지역) 및 해상(5개지역)의 연간 시간별 낙뢰 발생 횟수

	경기	강원	충청	전라	경상	서중	서남	남해	동남	동중
0- 1	252	289	86	130	205	1042	342	2687	208	2086
1-2	775	517	292	168	537	1320	474	2810	401	720
2-3	715	892	177	89	319	1505	1435	2564	432	523
3-4	333	499	283	89	216	2074	2950	2053	989	251
4-5	448	356	407	164	166	2650	3971	2378	1162	179
5-6	855	462	753	304	134	3273	4864	3247	921	157
6-7	640	480	946	251	185	5150	3652	2433	523	153
7-8	262	330	610	209	253	4531	2332	2032	419	279
8-9	427	323	457	257	179	3274	2177	1944	237	188
9-10	431	255	276	235	357	2866	1693	1970	239	94
10-11	1116	198	404	311	1022	1991	2002	1610	260	75
11-12	568	410	340	1001	1120	2381	2098	2754	325	64
12-13	235	322	305	1490	2081	3579	1625	3120	417	98
13-14	383	536	326	1297	3014	1851	1446	2338	721	100
14-15	351	483	526	667	4288	1886	1385	2109	919	206
15-16	195	670	280	982	3180	932	936	1759	721	222
16-17	224	1567	321	1473	3963	701	1019	1268	784	411
17-18	229	1031	562	1650	3448	819	533	1006	1058	461
18-19	316	800	802	1294	1670	823	555	714	746	479
19-20	408	621	803	505	971	761	730	475	406	331
20-21	399	440	518	136	918	859	436	500	794	423
21-22	198	176	695	143	210	645	376	881	638	645
22-23	186	143	462	134	210	754	280	1206	314	984
23-24	12	8	11	10	5	32	28	146	91	287

표 A. 35 육지(5개 구역)의 월별 극성율

월	구역	경기		강원		충청		전라		경상	
		극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성
1	극성율(%)	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	92.3	7.7	0.0	0.0
	횟수	1	0	0	0	2	0	12	1	0	0
2	극성율(%)	25.0	75.0	0.0	0.0	100.0	0.0	70.0	30.0	52.2	47.8
	횟수	1	3	0	0	2	0	14	6	12	11
3	극성율(%)	0.0	0.0	33.3	66.7	0.0	100.0	57.1	42.9	33.3	66.7
	횟수	0	0	1	2	0	1	4	3	3	6
4	극성율(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	횟수	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	극성율(%)	13.8	86.2	25.1	74.9	0.0	100.0	2.2	97.8	0.0	100.0
	횟수	9	56	217	647	0	8	1	45	0	7
6	극성율(%)	9.50	90.50	21.90	78.10	34.10	65.90	25.60	74.40	46.80	53.20
	횟수	54	517	542	1928	127	245	287	832	311	354
7	극성율(%)	11.6	88.4	14.3	85.7	11.0	89.0	7.9	92.1	4.9	95.1
	횟수	799	6085	610	3659	592	4767	576	6746	709	13780
8	극성율(%)	10.6	89.4	9.9	90.1	6.1	93.9	4.2	95.8	6.3	93.7
	횟수	239	2017	323	2953	270	4138	169	3836	829	12286
9	극성율(%)	4.6	95.4	7.9	92.1	7.5	92.5	14.7	85.3	16.0	84.0
	횟수	7	144	60	696	5	62	5	29	37	194
10	극성율(%)	17.6	82.4	52.0	48.0	8.4	91.6	11.9	88.1	23.5	76.5
	횟수	18	84	77	71	35	383	50	370	23	75
11	극성율(%)	75.0	25.0	55.6	44.4	100.0	0.0	0.0	0.0	25.0	75.0
	횟수	9	3	10	8	1	0	0	0	1	3
12	극성율(%)	58.3	41.7	66.7	33.3	75.0	25.0	33.3	66.7	50.0	50.0
	횟수	7	5	4	2	3	1	1	2	5	5

표 A. 36 해상(5개 구역)의 월별 극성을

월	구역	서중		서남		남해		동남		동중	
		극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성
1	극성율(%)	50.0	50.0	20.0	80.0	56.3	438.0	55.0	45.0	0.0	100.0
	횟수	3	3	1	4	9	7	11	9	0	1
2	극성율(%)	33.3	66.7	84.5	15.5	55.0	45.0	37.3	72.7	0.0	100.0
	횟수	1	2	82	15	60	49	19	32	0	3
3	극성율(%)	0.0	100.0	0.0	100.0	63.0	37.0	41.7	58.3	20.7	79.3
	횟수	0	2	0	10	63	37	70	98	55	211
4	극성율(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	횟수	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	극성율(%)	50.9	49.1	65.5	34.5	2.6	97.4	7.4	92.6	43.0	56.9
	횟수	139	134	19	10	2	74	2	25	59	78
6	극성율(%)	12.2	87.8	6.9	93.1	7.5	92.5	35.0	65.0	19.5	80.5
	횟수	123	887	210	2855	195	2411	320	594	88	364
7	극성율(%)	5.6	94.4	3.6	96.4	3.2	96.8	6.7	93.3	22.7	77.3
	횟수	1705	28591	914	24419	433	13099	202	2826	121	413
8	극성율(%)	4.3	95.7	3.8	96.2	1.5	98.5	1.9	98.1	1.0	99.0
	횟수	507	11301	318	7987	402	25774	168	8641	63	6534
9	극성율(%)	2.5	97.5	16.7	83.3	7.4	92.6	15.1	84.9	4.8	95.2
	횟수	16	628	4	20	64	805	36	203	35	694
10	극성율(%)	10.3	89.7	22.6	77.4	34.9	65.1	23.4	76.6	21.9	78.1
	횟수	166	1447	65	223	121	226	36	118	110	392
11	극성율(%)	70.6	29.4	51.8	48.2	38.4	61.6	63.5	36.5	57.1	42.9
	횟수	12	5	88	82	48	77	160	92	109	82
12	극성율(%)	68.8	31.3	53.8	46.2	64.3	35.7	47.6	52.4	100.0	0.0
	횟수	22	10	7	6	54	30	30	33	4	0

표 A. 37 육지(5개 구역)의 계절별 극성을

계절	구역	경기		강원		충청		전라		경상	
		정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성
봄	극성율(%)	13.8	86.2	25.1	74.9	0.0	100.0	9.4	90.6	23.1	76.9
	횟수	9	56	218	649	0	9	5	48	3	10
여름	극성율(%)	11.2	88.8	14.7	85.3	9.8	90.2	8.3	91.7	6.5	93.5
	횟수	1092	8619	1475	8540	989	9150	1032	11414	1849	26420
가을	극성율(%)	12.8	87.2	15.9	84.1	8.4	91.6	12.1	87.9	18.3	81.7
	횟수	34	231	147	775	41	445	55	399	61	272
겨울	극성율(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	횟수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 A. 38 해상(5개 구역)의 계절별 극성을

계절	구역	서중		서남		남해		동남		동중	
		정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성
봄	극성율(%)	50.6	49.5	48.7	51.3	36.9	63.1	36.9	63.1	28.3	71.7
	횟수	139	136	19	20	65	111	72	123	114	289
여름	극성율(%)	5.4	94.6	3.9	96.1	2.4	97.6	5.4	94.6	3.6	96.4
	횟수	2335	40779	1442	35261	1030	41284	690	12061	272	7311
가을	극성율(%)	8.5	91.5	32.6	67.4	17.4	82.6	36.0	64.0	17.9	82.1
	횟수	194	2080	157	325	233	1108	232	413	254	1168
겨울	극성율(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	횟수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 A. 39 지역별 연간 극성을

구역	경기		강원		충청		전라		경상	
	정극성	부극성								
극성율(%)	11.4	88.6	15.6	84.4	9.7	90.3	8.6	91.4	6.7	93.3
횟수	1144	8914	1844	9966	1037	9605	1119	11870	1930	26721
구역	서중		서남		남해		동남		동중	
	정극성	부극성								
극성율(%)	5.9	94.1	4.6	95.4	3.3	96.7	7.7	92.3	6.8	93.2
횟수	2694	43010	1708	35631	1451	42589	1054	12671	644	8772

표 A. 40 육지(5개 구역)의 월별 평균 낙뢰 강도

월	구역	경기		강원		충청		전라		경상		
		극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성
1	강도(KA)		32.4	0.0	0.0	0.0	57.0	0.0	26.6	8.2	0.0	0.0
	횟수		1	0	0	0	2	0	12	1	0	0
2	강도(KA)		81.6	34.8	0.0	0.0	18.8	0.0	36.7	23.1	55.2	17.8
	횟수		1	3	0	0	2	0	14	6	12	11
3	강도(KA)		0.0	0.0	81.6	14.3	0.0	8.2	118.7	21.9	71.1	31.5
	횟수		0	0	1	2	0	1	4	3	3	6
4	강도(KA)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	횟수		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	강도(KA)		0.0	2.4	1.5	15.7	0.0	0.0	0.0	22.2	0.0	7.4
	횟수		9	56	217	647	0	8	1	45	0	7
6	강도(KA)		1.0	10.6	2.7	13.1	0.0	13.7	3.5	13.6	8.1	10.4
	횟수		54	517	542	1928	127	245	287	832	311	354
7	강도(KA)		6.0	10.7	9.6	10.1	18.9	14.4	13.8	14.8	10.7	16.7
	횟수		799	6085	610	3659	592	4767	576	6746	709	13780
8	강도(KA)		15.2	17.0	4.6	13.9	13.8	14.7	20.6	14.0	5.5	15.8
	횟수		239	2017	323	2953	270	4138	169	3836	829	12286
9	강도(KA)		0	12.9	0	18.8	0	5.2	0	0	0	3.6
	횟수		7	144	60	696	5	62	5	29	37	194
10	강도(KA)		28.6	14.8	0.0	15.9	14.7	21.2	0.0	16.5	0.0	9.4
	횟수		18	84	77	71	35	383	50	370	23	75
11	강도(KA)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	횟수		9	3	10	8	1	0	0	0	1	3
12	강도(KA)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	횟수		7	5	4	2	3	1	1	2	5	5

표 A. 41 해상(5개 구역)의 월별 평균 낙뢰 강도

월	구역	서중		서남		남해		동남		동중		
		극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성
1	강도(KA)		106.3	10.2	20.4	44.6	88.3	17.8	118.5	29.9	0.0	5.2
	횟수		3	3	1	4	9	7	11	9	0	1
2	강도(KA)		32.4	20.4	75.5	31.6	71.9	31.5	87.0	33.4	0.0	25.8
	횟수		1	2	82	15	60	49	19	32	0	3
3	강도(KA)		0.0	10.5	0.0	37.3	100.7	44.0	81.2	35.1	54.7	28.7
	횟수		0	2	0	10	63	37	70	98	55	211
4	강도(KA)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	횟수		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	강도(KA)		0.0	21.7	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0	0.0	13.9	2.5
	횟수		139	134	19	10	2	74	2	25	59	78
6	강도(KA)		8.1	10.4	0.0	9.8	0.0	6.8	0.0	4.7	0.0	26.0
	횟수		123	887	210	2855	195	2411	320	594	88	364
7	강도(KA)		2.4	10.5	2.1	8.8	8.5	8.7	0.0	8.3	0.0	7.3
	횟수		1705	28591	914	24419	433	13099	202	2826	121	413
8	강도(KA)		1.6	11.4	0.0	12.8	4.6	7.2	4.8	8.8	0.0	12.4
	횟수		507	11301	318	7987	402	25774	168	8641	63	6534
9	강도(KA)		0.0	15.3	0.0	54.1	0.0	11.2	0.0	13.2	0.0	10.3
	횟수		16	628	4	20	64	805	36	203	35	694
10	강도(KA)		6.0	15.1	0.0	16.4	0.0	20.2	22.8	5.9	0.0	11.2
	횟수		166	1447	65	223	121	226	36	118	110	392
11	강도(KA)		0.0	0.0	0.0	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	횟수		12	5	88	82	48	77	160	92	109	82
12	강도(KA)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	횟수		22	10	7	6	54	30	30	3	4	0

표 A. 42 육지(5개 구역)의 계절별 평균 낙뢰 강도

계절	구역	경기		강원		충청		전라		경상	
		정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성
봄	강도(KA)	0.0	0.8	27.7	10.0	0.0	2.7	39.6	14.7	23.7	13.0
	횟수	9	56	218	649	0	9	5	48	3	13
여름	강도(KA)	7.4	12.8	5.6	12.4	10.9	14.3	12.6	14.1	8.1	14.3
	횟수	1092	8619	1475	8540	989	9150	1032	11414	1849	26420
가을	강도(KA)	9.5	9.2	0.0	11.6	4.9	8.8	0.0	5.5	0.0	4.3
	횟수	34	231	147	775	41	445	55	399	61	272
겨울	강도(KA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	횟수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 A. 43 해상(5개 구역)의 계절별 평균 낙뢰 강도

계절	구역	서중		서남		남해		동남		동중	
		정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성	정극성	부극성
봄	강도(KA)	0.0	10.7	0.0	12.4	33.6	19.2	27.1	11.7	22.9	10.4
	횟수	139	136	19	20	65	111	72	123	114	289
여름	강도(KA)	4.0	10.8	0.7	10.5	4.4	7.6	1.6	7.3	0.0	15.2
	횟수	2335	40779	1442	35261	1030	41284	690	12061	272	7311
가을	강도(KA)	2.0	10.1	0.0	28.9	0.0	10.5	7.6	6.4	0.0	7.5
	횟수	194	2080	157	325	233	1108	232	413	254	1168
겨울	강도(KA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	횟수	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 A. 44 지역별 연간 평균 낙뢰 강도

구역	경기		강원		충청		전라		경상	
극성	정극성	부극성								
강도(KA)	13.7	8.6	8.3	8.5	10.3	6.5	5.3	2.6	10.5	4.7
횟수	1144	8914	1844	9966	1037	9605	1119	11870	1930	26721
구역	서중		서남		남해		동남		동중	
극성	정극성	부극성								
강도(KA)	13.1	10.5	8.2	19.3	22.8	13.4	26.2	11.6	5.7	10.9
횟수	2694	43010	1708	35631	1451	42589	1054	12671	644	8772

## 附錄B. 過去6年間 平均落雷資料와 2001年度資料

### 가. 낙뢰 발생 횟수 및 빈도

#### 1) 연간 시간에 따른 낙뢰 발생 횟수

그림 B.1(a)은 1995년부터 2000년까지 6년간에 발생한 낙뢰의 시간에 따른 발생빈도를 평균해서 나타냈다. 발생분포는 두번의 피크 값을 나타내고 있으며, 구체적인 내용을 보면 새벽과 오후시간대에 높은 발생빈도를 보이고 있다. 이와 같이 오후시간대에 높은 발생빈도를 보이고 있는 것은 태양의 복사열로 인한 대기불안정이 뇌운을 쉽게 발달시킨 요인이라고 생각해볼 수 있다. 또한 최소 값은 아침과 저녁에 발생하고 있음을 알 수 있다. 그림B.1(b)은 2001년도에 발생한 낙뢰의 시간에 따른 발생빈도를 나타내고 있다. 발생빈도 분포를 보면 6,7시간대와 17,18시간대에 높은 발생빈도를 보이고있으나, 전반적인 경향은 앞에서 언급한 6년간의 평균낙뢰 발생빈도와 비슷한 경향을 보이고 있음을 알 수 있으며, 지금까지 경험적으로 알고 있던 내용을 통계적으로 확인할 수 있었다. 또한 낙뢰의 발생에는 아침과 저녁에 최소값, 새벽과 오후에 최대값을 나타내는 시각의 의존성을 명확히 하고 있다.

#### 2) 월별 낙뢰 발생 횟수

그림B.2(a)는 6년간 월별 시간에 따른 낙뢰 발생횟수분포를 나타내고 있다. 6개년간의 평균낙뢰발생횟수를 보면 7월과 8월에 대부분의 낙뢰가 발생되고 있음을 알 수 있다. 특히 8월달에 1년중의 낙뢰의 65%를 차지하고 있어 가장 높은 낙뢰발생빈도를 나타내고 있다. 그림B.2(b)는 2001년도 1년간의 낙뢰발생현황을 월별로 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 6년간의 평균값의 분포와 비슷한 경향을 보이고 있으나, 6년 평균과는 달리 7월 달에 가장 높은 발생횟수를 보이고 있음을 알 수 있었다.

#### 3) 월별 낙뢰 발생 빈도

그림B.3(a)는 6년간 월별 시간에 따른 낙뢰 발생빈도분포를 나타내고 있다. 6년간의 평균낙뢰발생빈도를 보면 7월과 8월에 연중낙뢰의 65%를 차지하고 있으며 그중 8월 한달에 발생하는 낙뢰가 무려 40%를 차지하고 있음을 알 수 있다. 그림B.3(b)는 2001년도 1년간의 낙뢰발생현황을 월별

로 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 6년간의 평균값의 분포와 비슷한 경향을 보이고 있으나, 7월달에 전체낙뢰의 50%, 8월달에 40%를 차지하여 전체낙뢰의 90%가 7월과 8월에 발생하고 있음을 알 수 있었다.

#### 4) 계절별 낙뢰발생횟수

그림 B.4(a)는 6년간 계절별 평균낙뢰 발생횟수분포를 보이고 있다. 그림에 의하면 여름철에 12만회이상의 발생빈도를 나타내고 있으며, 봄과 가을에는 2만회 이하의 값을 나타내고 있다. 그림 B.4(b)는 2001년의 계절별 낙뢰발생횟수를 나타내고 있다. 그림에 의하면 평균값과 빈도 분포는 비슷하나 발생횟수는 평균값보다 현저히 높은 발생횟수를 보이고 있다. 그림 B.5(a)는 6년간 계절별 낙뢰발생빈도분포를 보이고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 여름철에 전체낙뢰의 75%이상을 차지하고 있음을 알 수 있으며, 가을철에 10%이하, 봄철에 18%이하의 분포로 발생되고 있음을 알 수 있다. 그림 B.5(b)는 2001년도의 계절별 낙뢰발생빈도를 보이고 있다. 여름철에 80%의 낙뢰가 발생하고 있음을 알 수 있다. 봄철보다도 가을철에 약간 높은 발생빈도를 보이고 있음을 알 수 있다.

#### 5) 연간 낙뢰발생 횟수분포도

그림 B.6은 2001년도에 발생한 낙뢰발생횟수 빈도분포를 보이고 있다. 내륙 지방에서는 전라도 및 경상도 내륙지방에서 5,000회로 내륙과 해상을 통틀어 가장 높은 발생빈도 분포를 보이고 있다. 다음으로 충청남도 서해안에서 3,000회로 높은 발생빈도 분포를 보이고 있다. 경상북도북부 동해안 및 강원도 남부 동해안지방에서는 500회 미만으로 내륙지방에서 가장 낮은 발생빈도 분포를 보이고 있다. 한편 해상에서는 서해중부 및 남부 지방과 남해 해상에서 3,000회를 기록하고 있어 비교적 높은 낙뢰 발생 횟수 빈도를 보이고 있다. 그러나 동해중부 및 동해 남부 해상에서는 500회 미만의 낮은 낙뢰 발생빈도를 보이고 있어 대조적인 모습을 보여주고 있다.

#### 6) 연간 낙뢰발생횟수

그림 B.7은 6년간 평균낙뢰발생횟수를 나타내고 있다. 1995년에서 2000년까지 6년간 중에서 1995년과 1997년 35만회의 발생횟수로서 가장 높은

발생빈도를 보이고 있으며, 1999년과 2000년에 가장 낮은 빈도를 보이고 있다.

#### 7) 연간 낙뢰 발생일 수 분포도

그림 B.8은 2001년도에 발생한 낙뢰 발생 일수 빈도를 보이고 있다. 연평균 낙뢰 일수는 40일 정도를 나타내고 있다. 내륙지방에서 가장 높은 낙뢰 발생일수를 보이고 있는 지역은 전라남도 지역으로서 50일을 기록하고 있어 평균값을 웃도는 경향을 보이고 있다. 다음으로 강원도 북부지방과 충남 서해안지역으로서 40일과 35일을 나타내고 있다. 내륙지방에서 가장 낮은 낙뢰 발생일수를 보이고 있는 지역은 경상남도 동해안 일원으로서 30 일 정도를 보이고 있다. 한편 해상에서는 동해 남부 해상에서 60일을 나타내고 있어 내륙과 해상을 통틀어 가장 낙뢰 발생일수가 높게 나타나고 있음을 알 수 있다. 그 이외의 해상에서는 40~50일 정도를 보이고 있다. 해상에서 가장 낮은 빈도를 보이고 있는 곳은 동해 중부해상으로서 평균낙뢰일수에 못 미치는 35일을 나타내고 있어 가장 낮은 낙뢰 발생일수 빈도 분포를 보이고 있다.

#### 8) 계절별 낙뢰일수 및 연간 낙뢰일수 분포

그림 B.9는 1995년부터 2000년까지의 평균낙뢰일수를 보이고 있다. 7년 중 가장 높은 발생일수를 보이는 해는 1997년으로서 연평균 48일을 나타내고 있으며 1999년에는 28일로서 가장 낮은 발생일수를 기록하고 있다. 한편 7년간의 평균낙뢰일수는 35일 정도를 나타내고 있다. 최근3개년간은 연평균 낙뢰일수가 33일을 나타내고 있어 7년간의 평균낙뢰일수 빈도 분포와 비슷한 경향을 보이고 있다. 2001년의 낙뢰 일수는 39일을 나타내고 있어 7년간 중 1997년의 48일에 이어 두 번째로 낙뢰발생일수가 많이 발생되고 있음을 알 수 있다. 그림 B.10(a)은 6년간의 계절별 낙뢰발생일수 분포를 나타내고 있다. 낙뢰발생빈도분포에서 알 수 있듯이 여름철에 대부분의 낙뢰가 발생되고 있음을 알 수 있다. 계절별 평균낙뢰일수는 여름철에 20일, 봄과 가을에 각각 5일 겨울에 1~2일 정도의 빈도로 발생하고 있다. 그림 B.10(b)은 계절별 평균낙뢰발생 백분율을 나타내고 있다. 낙뢰발생의 계절별 백분율을 보면 여름에 64%, 봄에 17%, 가을에 16%, 겨울에 3%의 비율로 발생하고 있음을 알 수 있다. 그림 B.11(a)은 2001년

도에 발생한 낙뢰의 계절별 발생일수 분포이다. 기존의 6년간 평균값과 비슷한 분포를 나타내고 있으며, 여름철에 압도적으로 높은 발생빈도를 보이고 있다. 그림 B.11(b)은 2001년에 발생한 낙뢰의 계절별 백분율이다. 그림에서 알 수 있듯이 여름철에 압도적으로 높은 발생빈도를 보이고 있음을 알 수 있다. 지난 6년간에 발생한 여름철 낙뢰 발생일수는 20일 정도이나 2001년에 발생한 낙뢰 발생 일수는 28일로서 월등히 많은 낙뢰가 발생되고 있음을 알 수 있다.

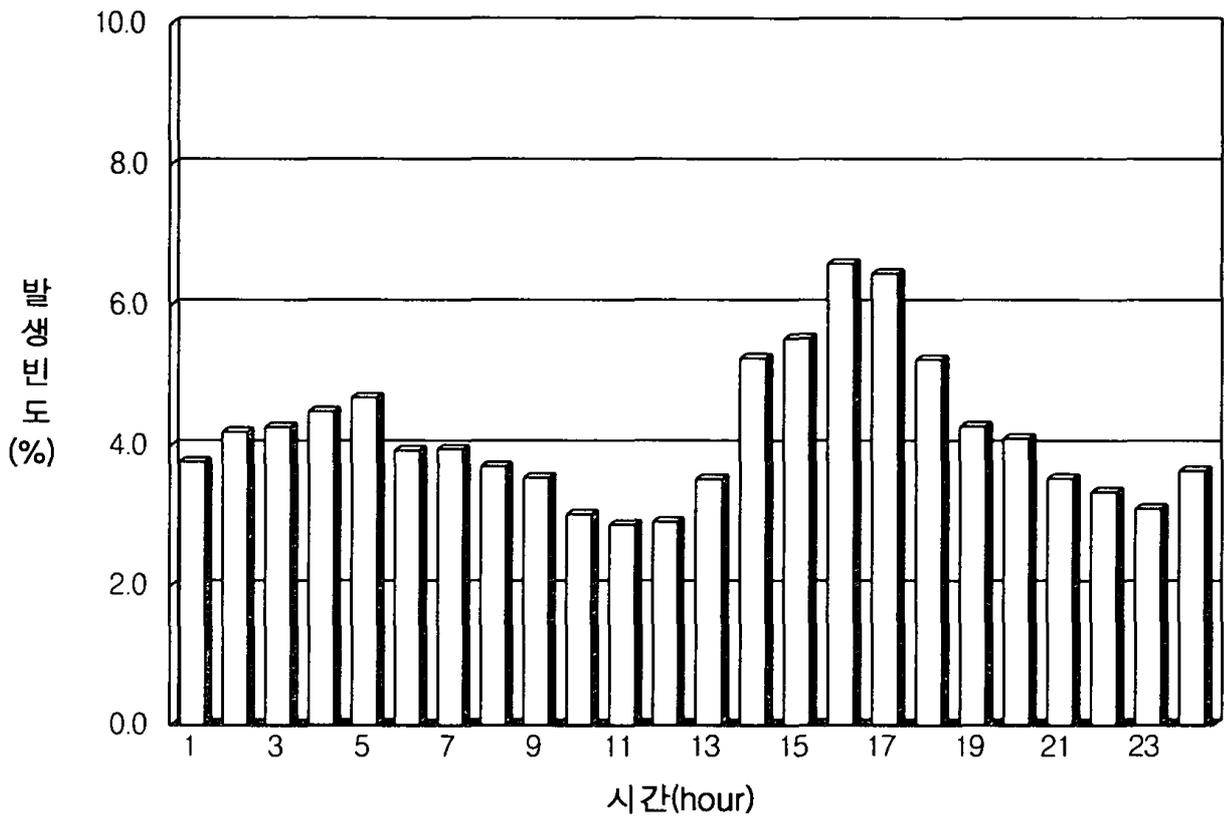
## 나. 낙뢰 극성을 및 강도

### 1) 계절별 극성을 및 연간 극성을

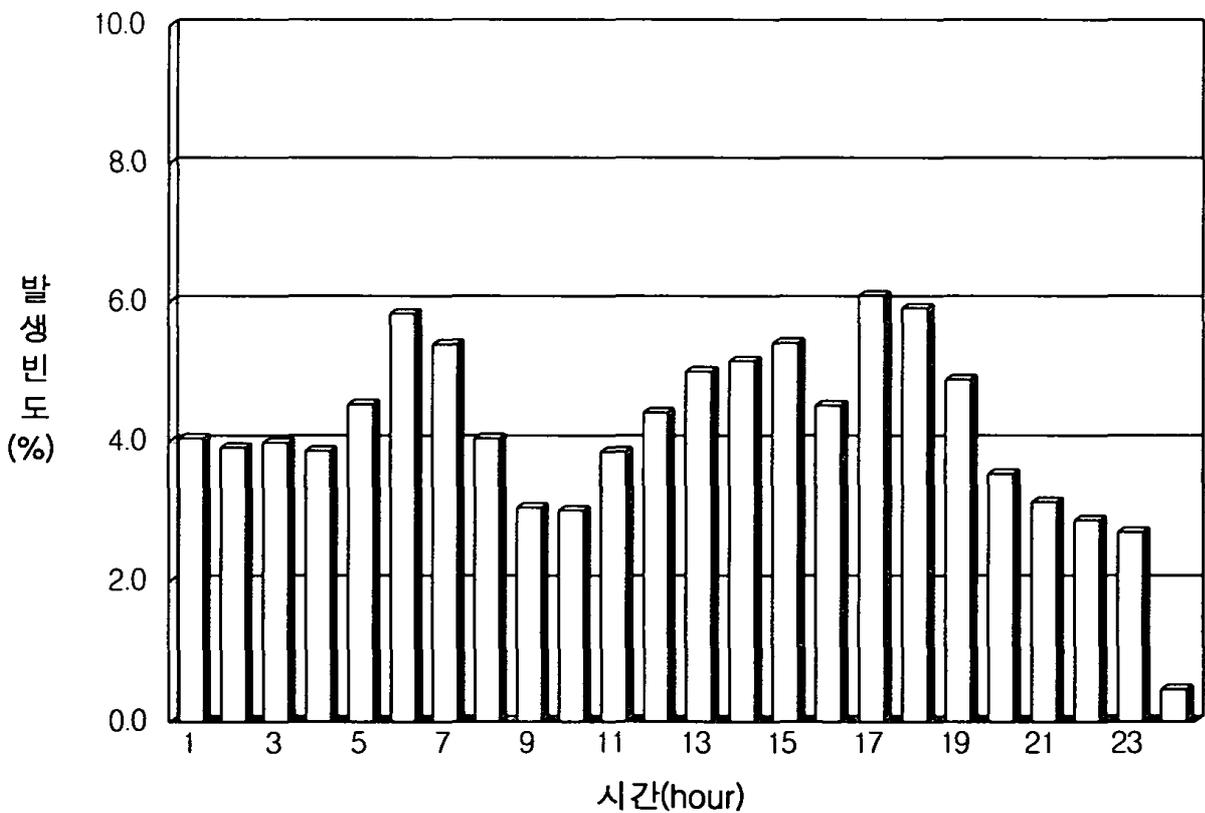
그림 B.12(a)는 6년간 발생한 낙뢰의 계절별 극성에 대하여 평균값을 구하였다. 그림에서 알 수 있듯이 겨울철에는 적극성 낙뢰가 상대적으로 높은 경향을 보이고 있고 여름철에는 정극성 낙뢰의 차지하는 비율이 겨울철보다 상대적으로 낮게 나타나고 있다. 일반적으로 낙뢰는 여름철에 대부분 발생하고 있으며 그 극성 비율을 보면 부극성이 80%이상을 차지하고 있고 정극성 낙뢰가 차지하는 비율은 20%미만을 나타낸다. 이번 분석 결과에서도 일반적인 경향과 비슷한 빈도 분포를 보이고 있음을 알 수 있다. 구체적으로 살펴보면 정극성이 차지하는 비율은 겨울 50%, 봄 20%, 가을 10%, 여름 7% 순으로 발생하고 있음을 알 수 있다. 낙뢰의 강도가 강한 정극성의 낙뢰가 겨울철에 많이 나타나고 있음은 흥미롭다. 이와 같은 유사 사례는 일본에서도 나타나고 있어 많은 학자들의 주 연구 테마가 되고 있다. 그림 B.12(b)는 2001년도에 발생한 계절별 낙뢰발생비율을 나타내고 있다. 극성발생비율의 경향은 6년 평균값과 비슷하나 이번 자료에서 겨울철 자료가 누락되어 겨울철의 비교는 어려우나 봄과 가을 및 여름철의 극성비율은 비슷한 분포를 보이고 있음을 알 수 있다. 구체적으로 살펴보면 봄철에는 정극성의 비율이 30%, 여름철에는 8%, 가을철에는 18%를 나타내고 있다. 따라서 여름을 지나면서 정극성의 비율이 높아진다는 것을 알 수 있다. 그림 B.13은 6년간의 낙뢰 극성을분포를 나타내고 있다. 전반적으로 부극성이 90%이상을 차지하고 있어 일반적인 경향과 비슷하다. 7년간 중 1999년에 정극성 낙뢰의 비율이 15%로 가장 높게 나타나고 있는데 반해 1998년에는 5%전후를 나타내고 있어 가장 낮은 정극성 발생 비율을 나타내고 있음을 알 수 있다.

## 2) 계절별 낙뢰강도 및 연간 평균낙뢰강도

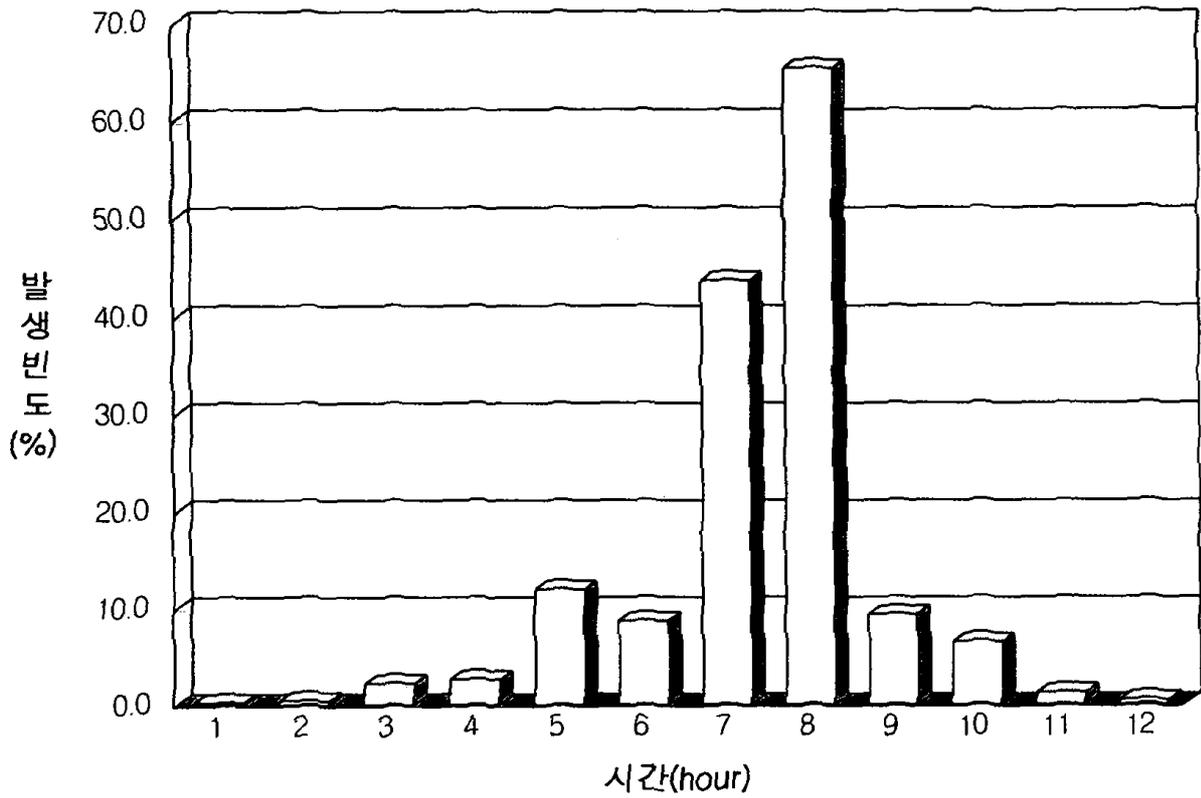
그림B.14(a)는 6년간의 계절별 평균 낙뢰강도를 나타내고 있다. 낙뢰강도의 극성에 따른 분포를 보면 일반적으로 정극성 낙뢰의 강도가 부극성 낙뢰 강도보다 2배 이상 강하게 발생되고 있음을 알 수 있다. 금번 6년간의 자료를 분석한 결과에서도 비슷한 경향을 나타내고 있다. 계절별로 살펴보면 정극성 낙뢰의 경우 봄철에는 70kA, 여름에는 60kA, 가을철에는 50kA, 겨울철에는 40kA의 강도 분포를 보이고 있다. 한편 부극성 낙뢰는 봄철에 25kA, 여름에는 30kA, 가을에는 18kA, 겨울에는 17kA의 강도 분포를 나타내고 있다. 정극성의 강도는 계절에 따라 차이가 있는데 반해 부극성의 낙뢰 강도는 계절에 따른 차이가 없이 고른 분포를 나타내고 있다. 그림B.14(b)는 2001년도 계절별 낙뢰 극성에 따른 강도를 보이고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 봄철과 여름철의 정극성 낙뢰의 강도는 40kA 정도의 강도를 보이고 있으며 가을철에는 60kA를 나타내고 있어 계절에 따른 강도 분포의 차이가 크게 나타나고 있음을 알 수 있다. 한편 부극성낙뢰의 강도분포를 보면 봄, 여름, 가을 공히 25kA전후의 강도를 나타내고 있어 계절에 따른 변화가 크지 않음을 알 수 있다. 그림B.15는 최근 7개년간의 낙뢰 강도의 세기를 나타내고 있다. 정극성은 60kA전후, 부극성은 20kA전후의 강도분포를 나타내고 있다. 구체적으로 살펴보면 부극성 낙뢰의 강도의 변화는 일정한 분포를 나타내고 있음을 알 수 있다. 정극성 낙뢰의 경우 최근 2년간의 정극성낙뢰의 강도가 약간 낮은 분포를 보이고 있음을 알 수 있다.



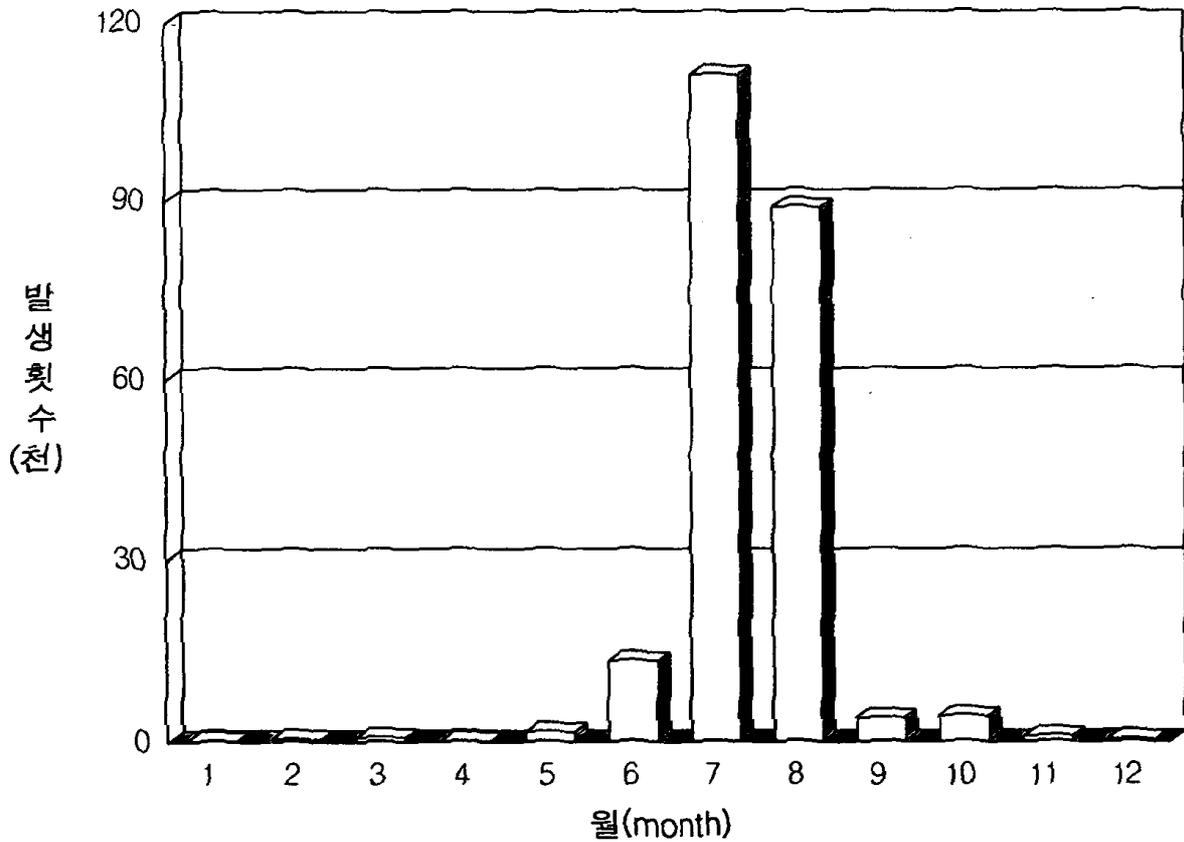
그림B.1(a) 1995-2000년의 시간별 평균 낙뢰 발생 빈도(전국평균)



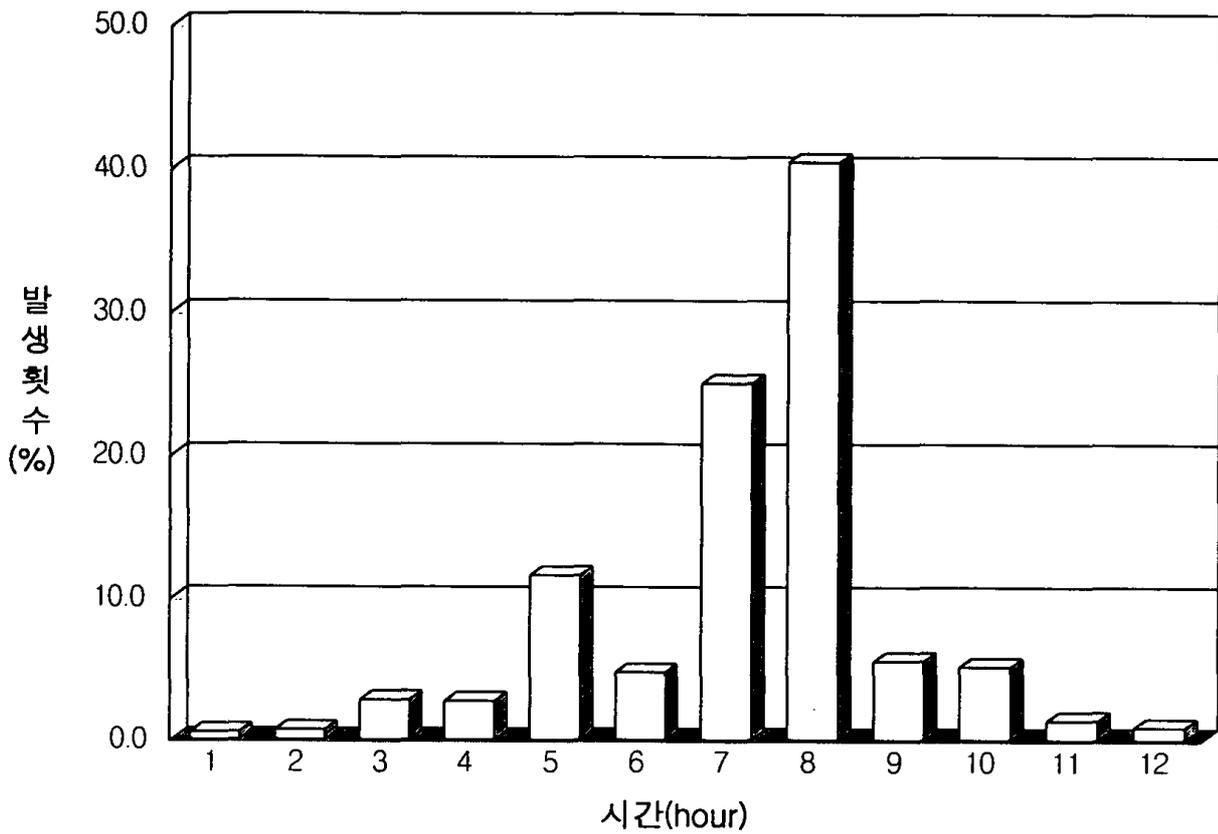
그림B.1(b) 2001년의 시간별 평균 낙뢰 발생 빈도(전국평균)



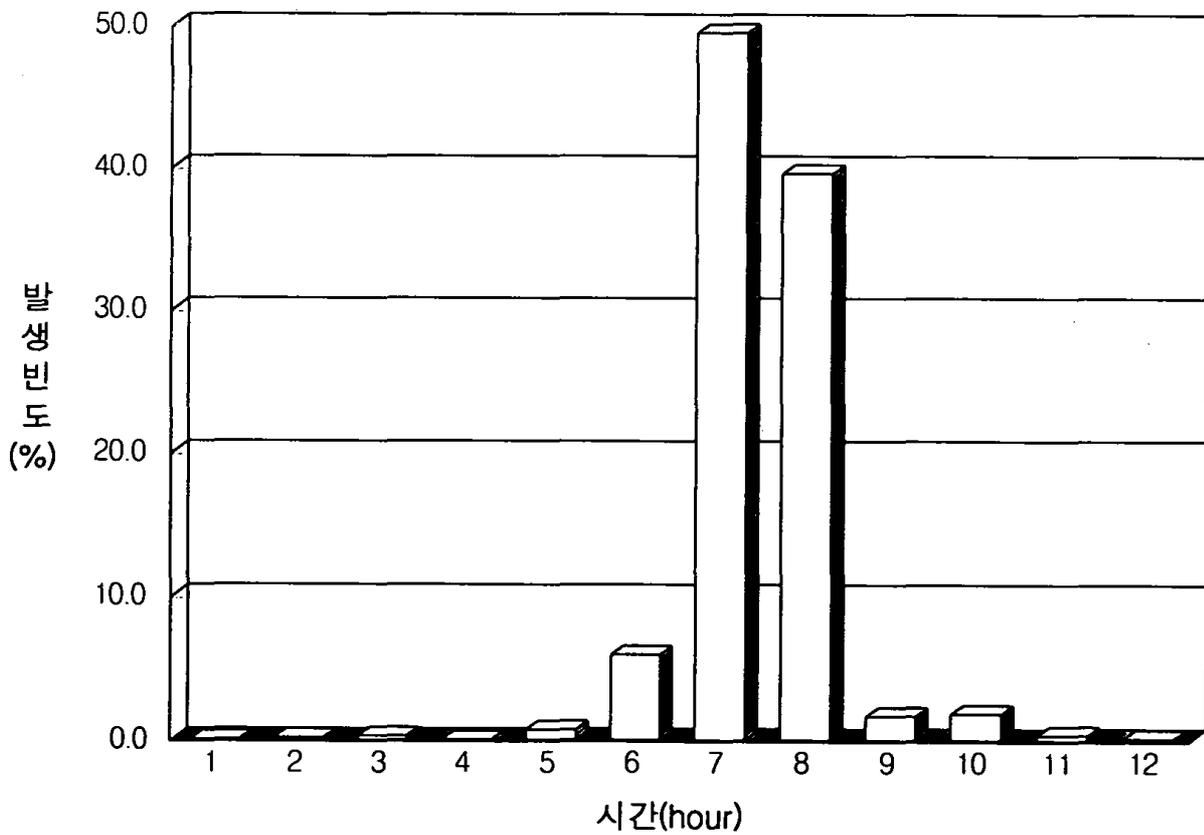
그림B.2(a) 1995-2000년의 월별 평균 낙뢰 발생 횟수(전국평균)



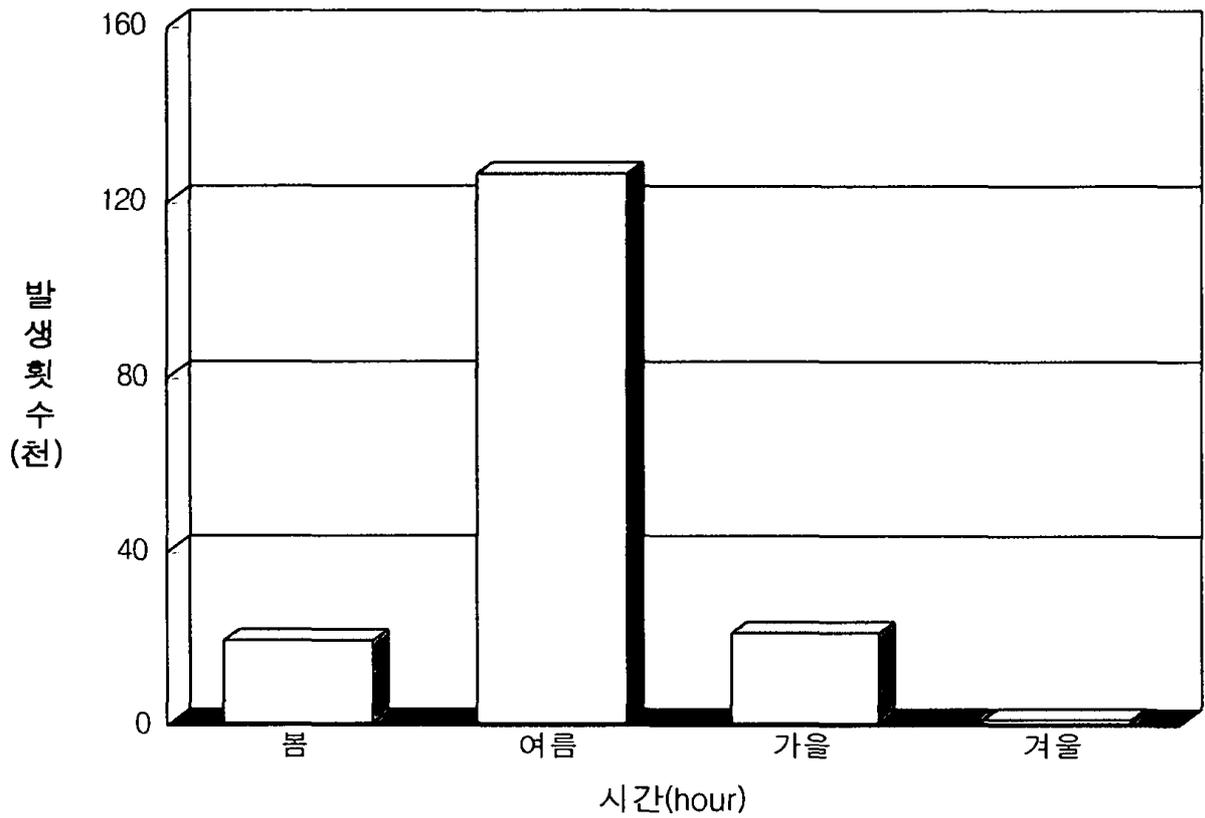
그림B.2(b) 2001년의 월별 평균 낙뢰 발생 횟수(전국평균)



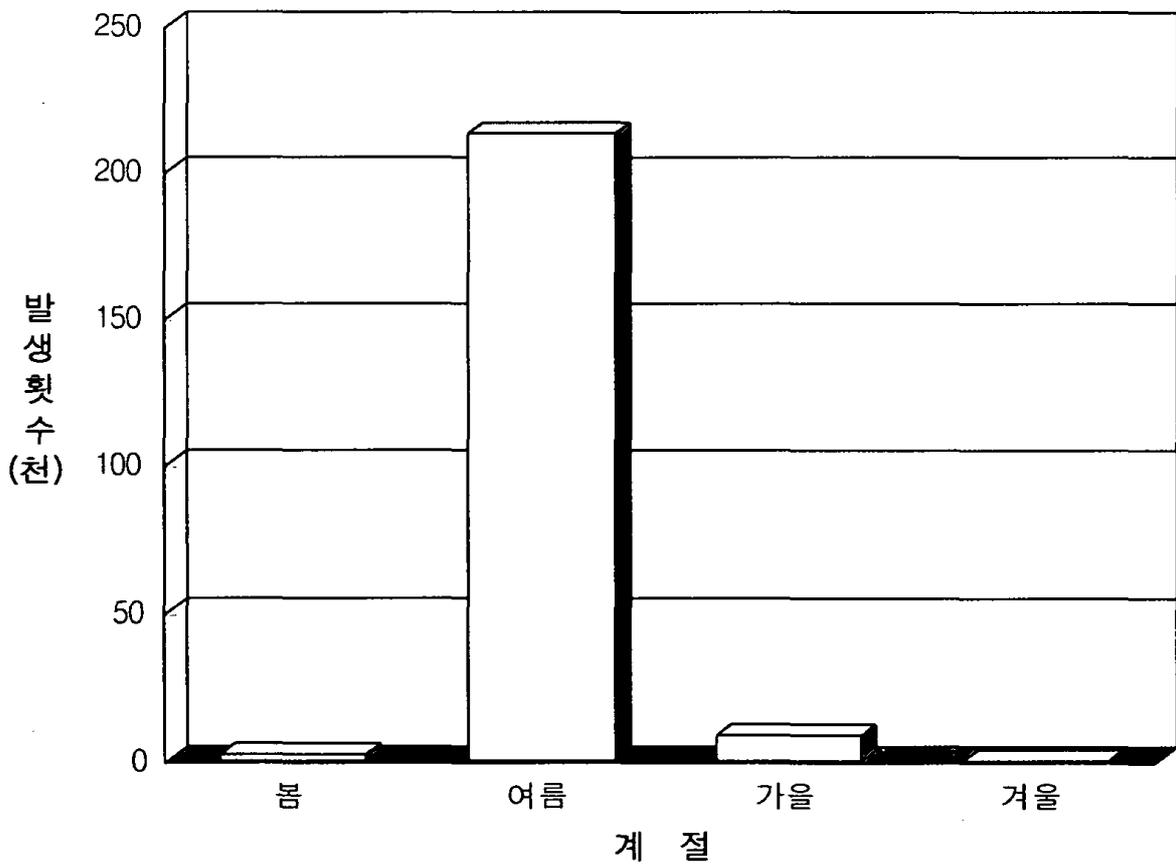
그림B.3(a) 1995-2000년의 월별 평균 낙뢰 발생 빈도(전국평균)



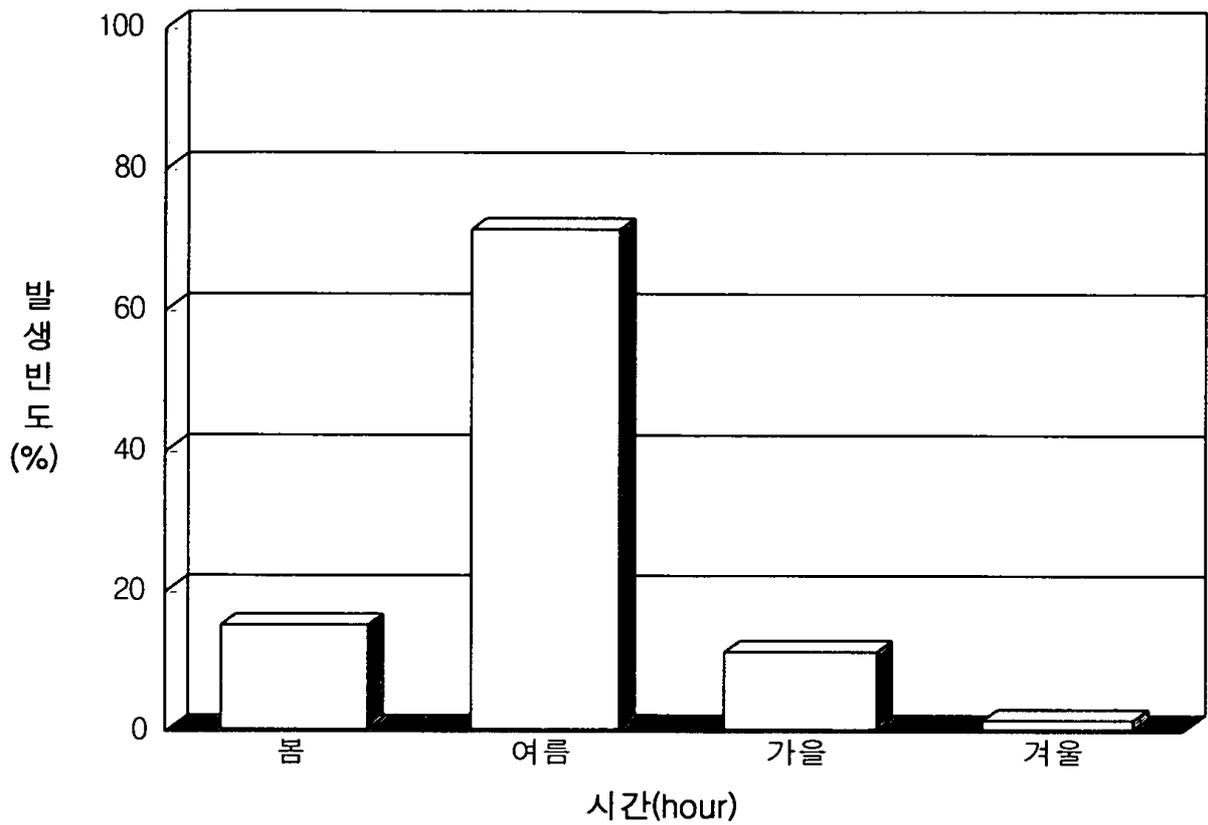
그림B.3(b) 2001년의 월별 평균 낙뢰 발생 빈도(전국평균)



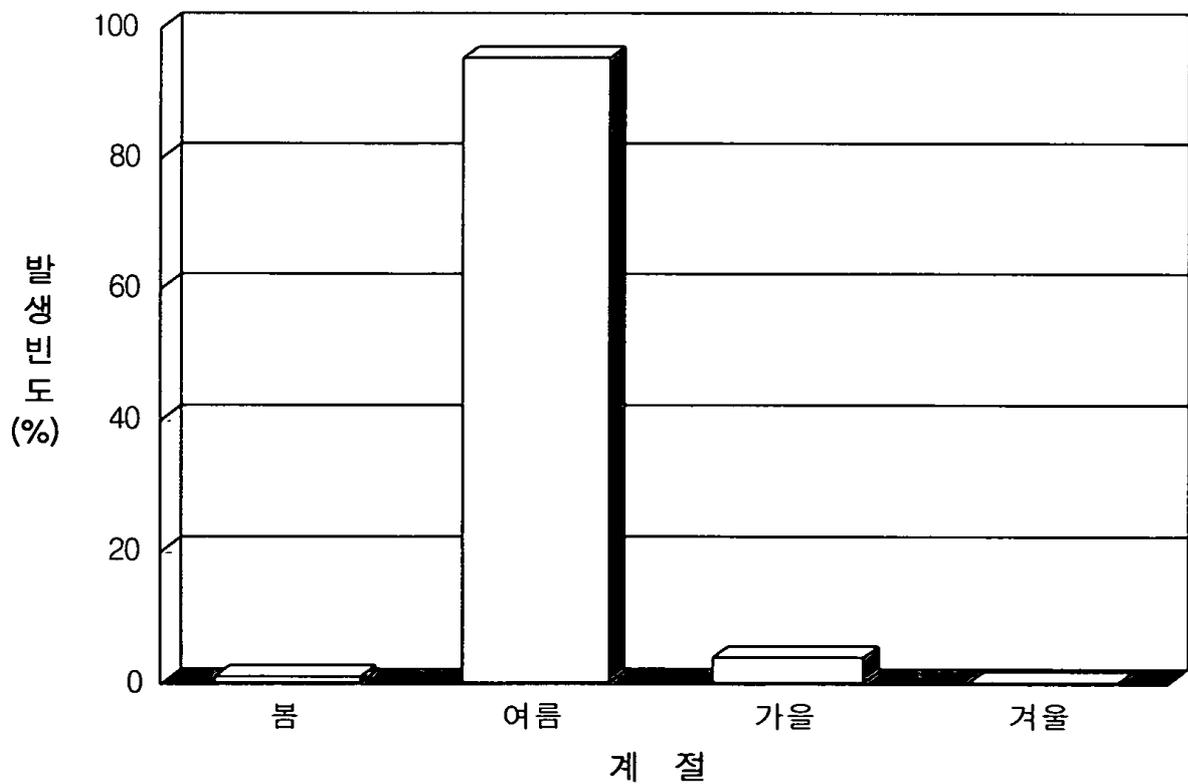
그림B.4(a) 1995-2000년의 계절별 평균 낙뢰 발생 횟수(전국평균)



그림B.4(b) 2001년의 계절별 평균 낙뢰 발생 횟수(전국평균)



그림B.5(a) 1995-2000년의 계절별 평균 낙뢰 발생 빈도(전국평균)



그림B.5(b) 2001년의 계절별 평균 낙뢰 발생 빈도(전국평균)

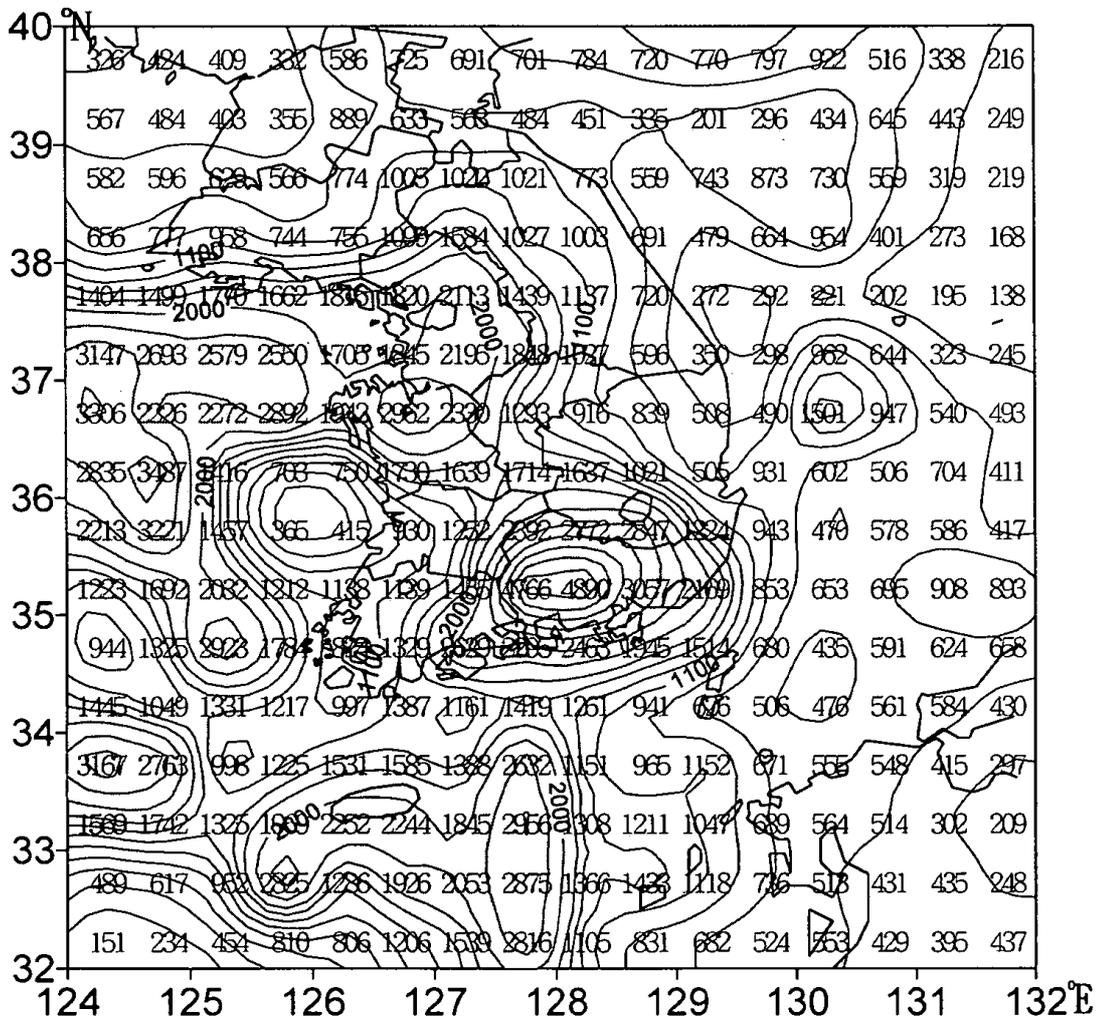
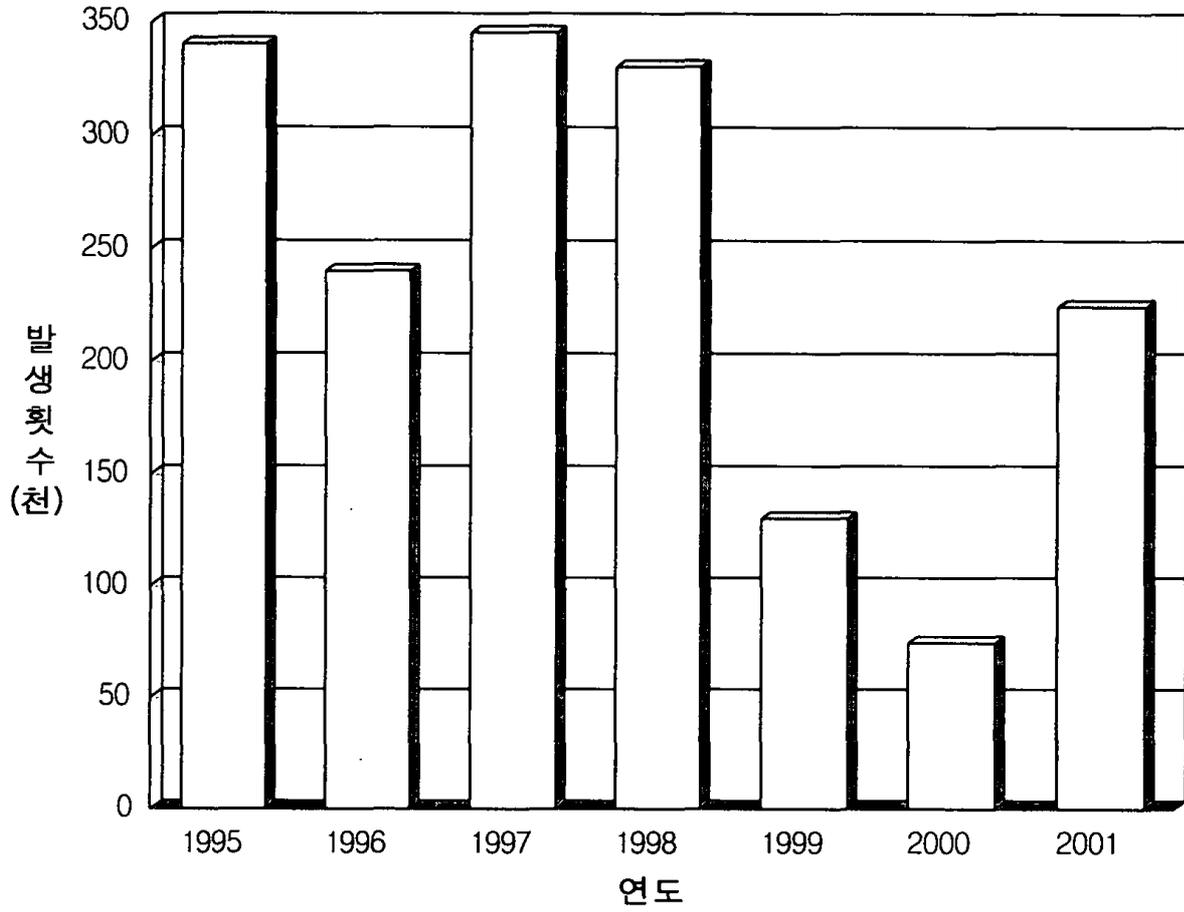


그림 B6. 2001년 낙뢰 발생 횟수 분포도



그림B.7 1995-2001년의 연간 평균 낙뢰 발생 횟수 비교

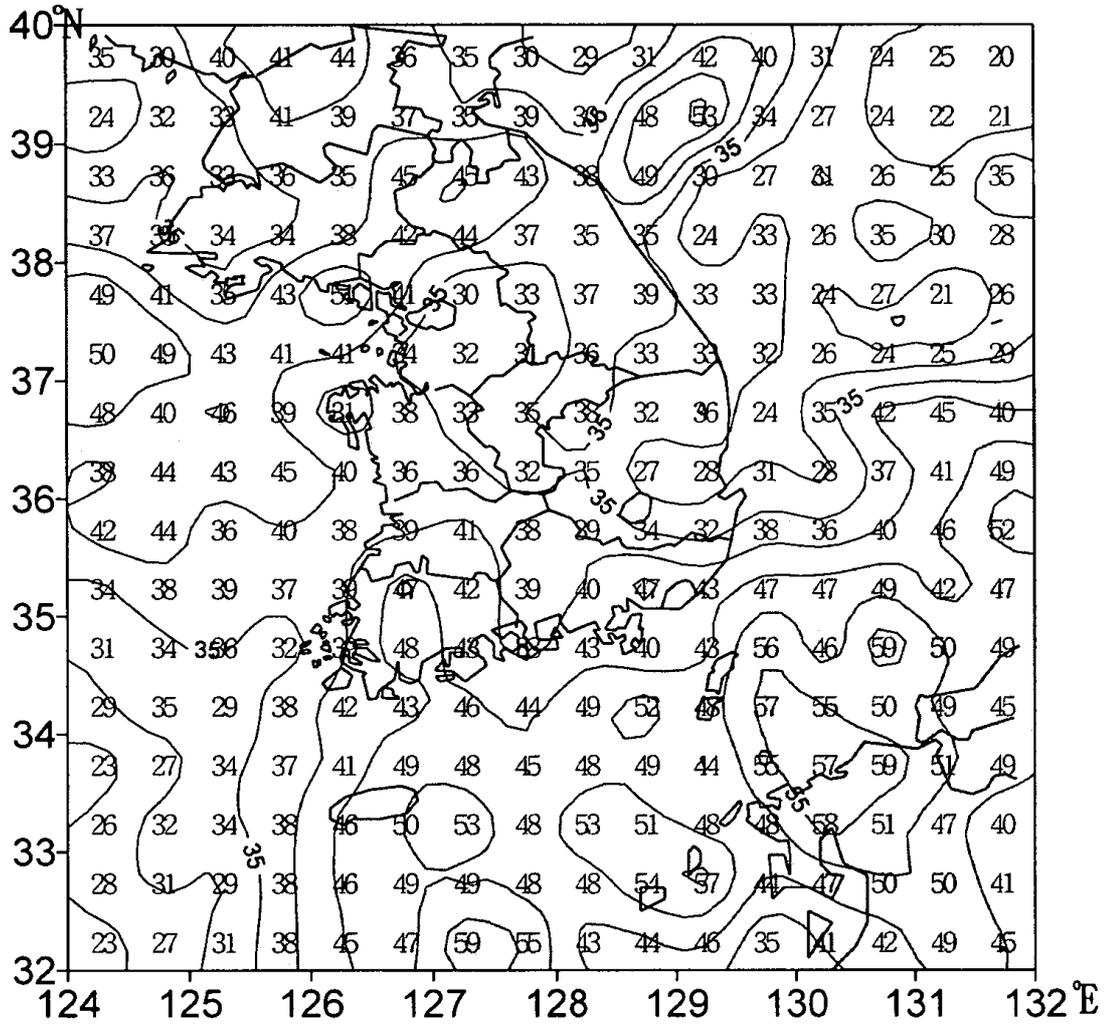
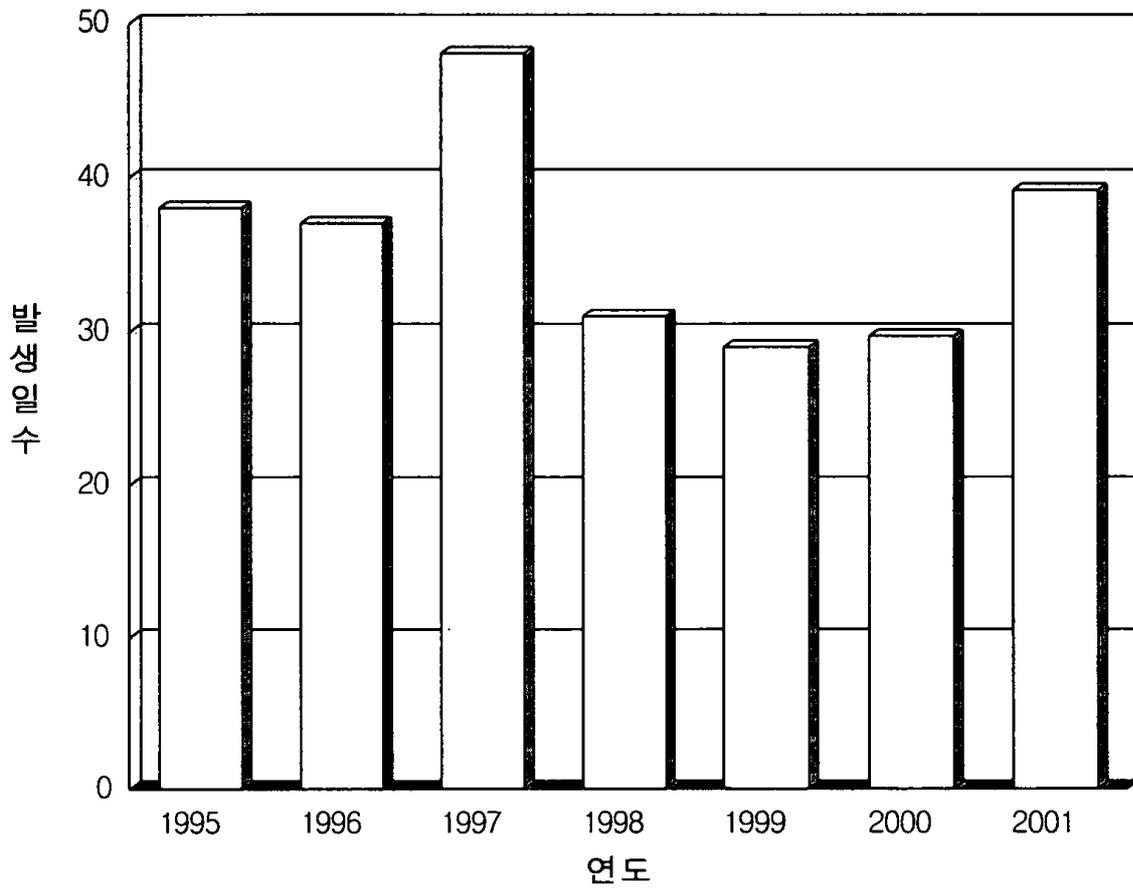
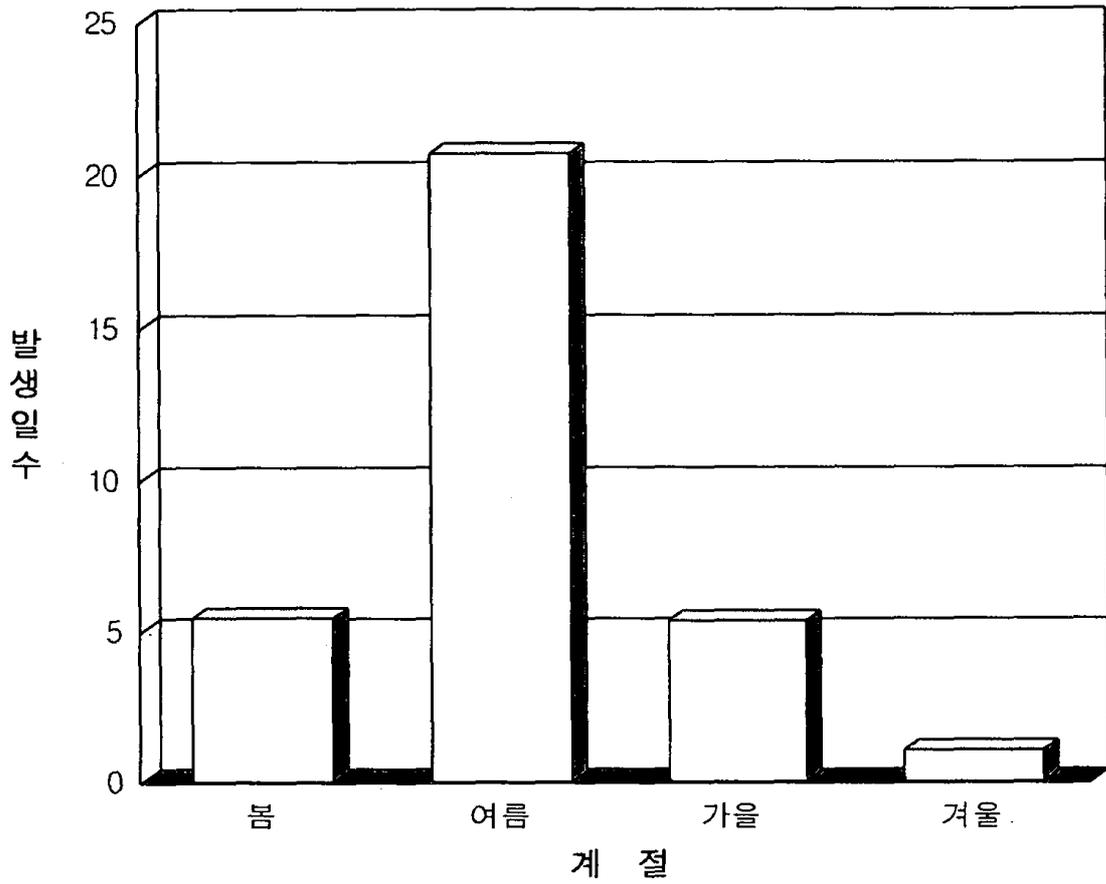


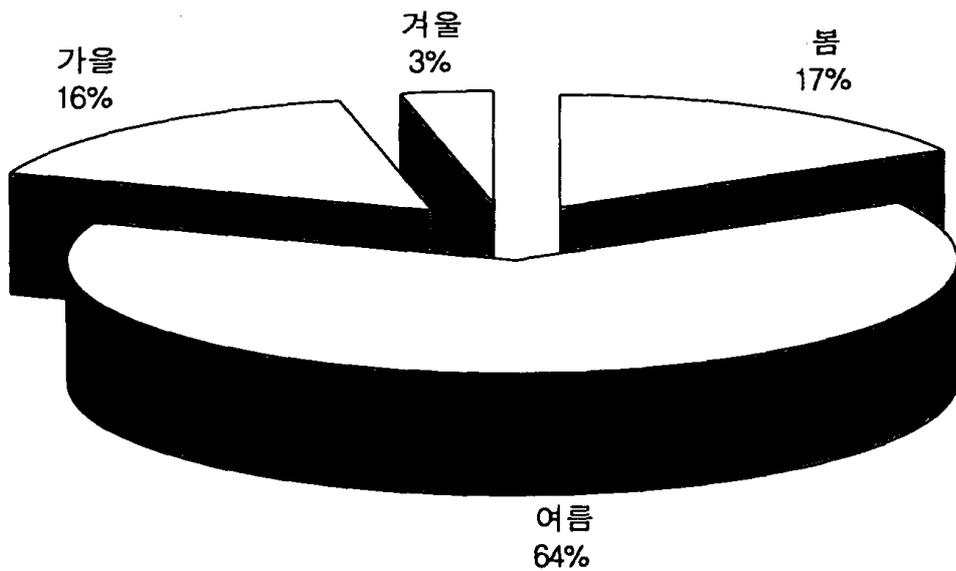
그림 B8. 2001년 낙뢰 발생 일수 분포도



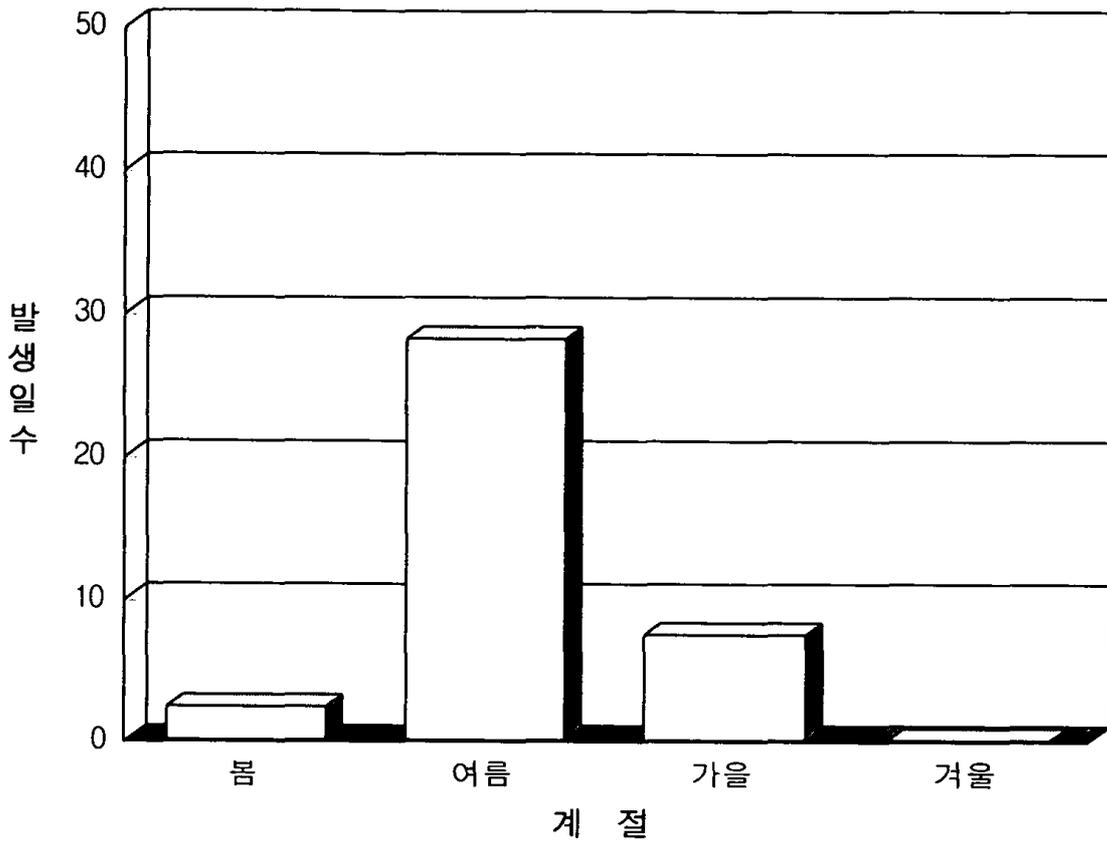
그림B.9 1995-2001년의 연간 평균 낙뢰 발생 일수 비교



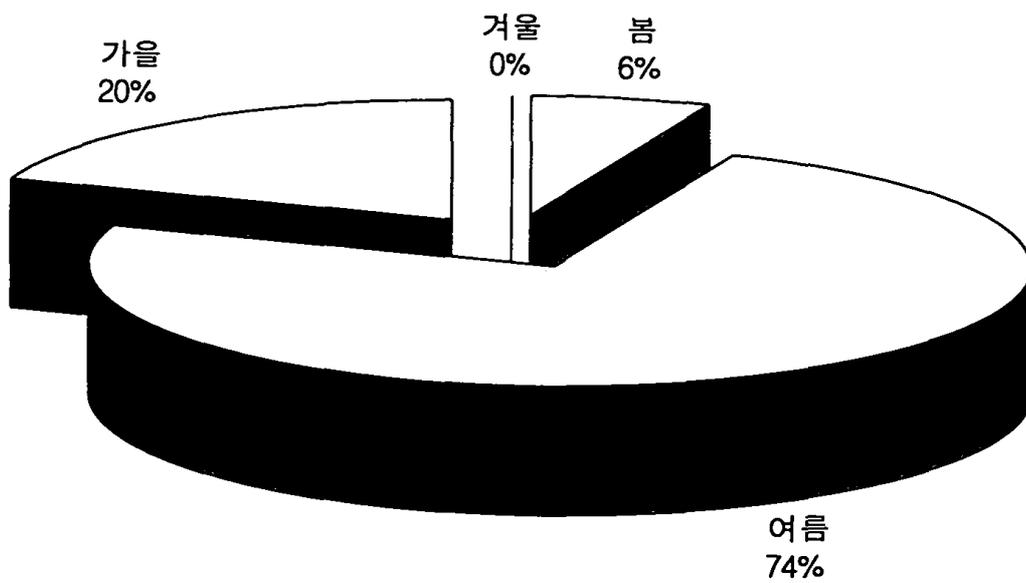
그림B.10(a) 1995-2000년의 계절별 평균 낙뢰 발생 일수



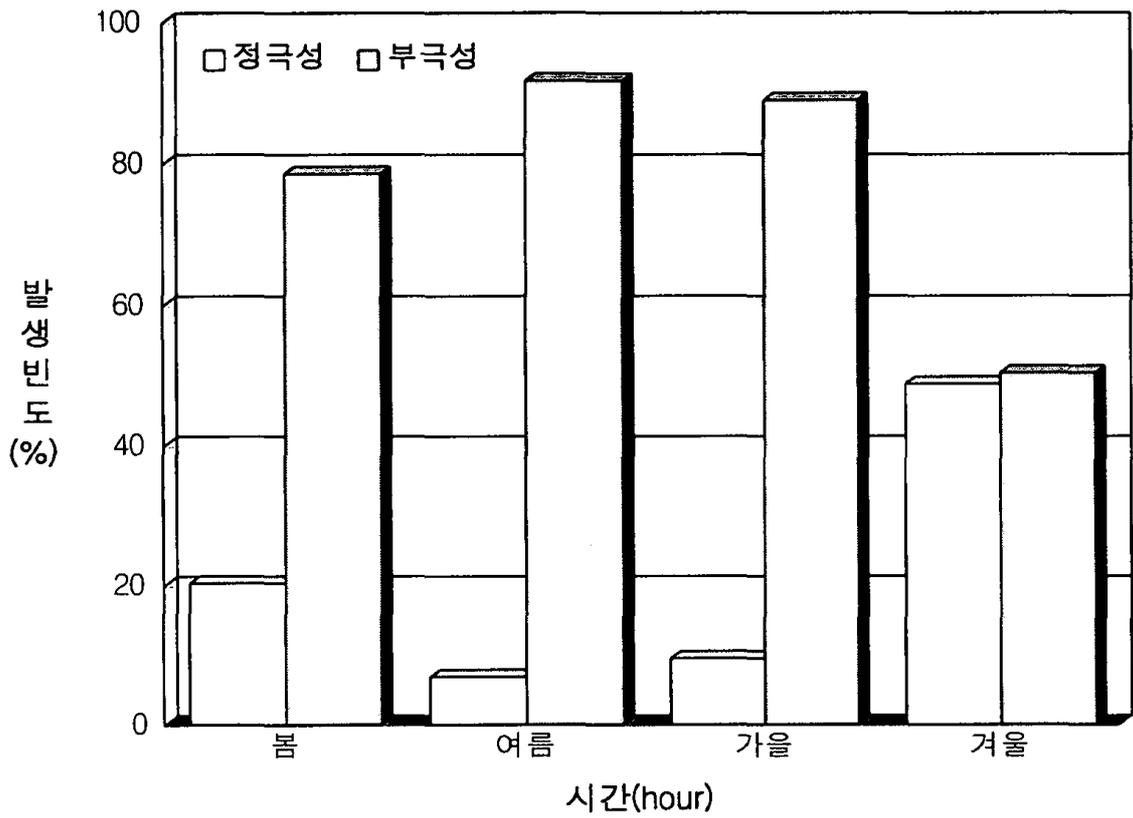
그림B.10(b) 1995-2000년의 계절별 평균 낙뢰 발생 일수 백분율



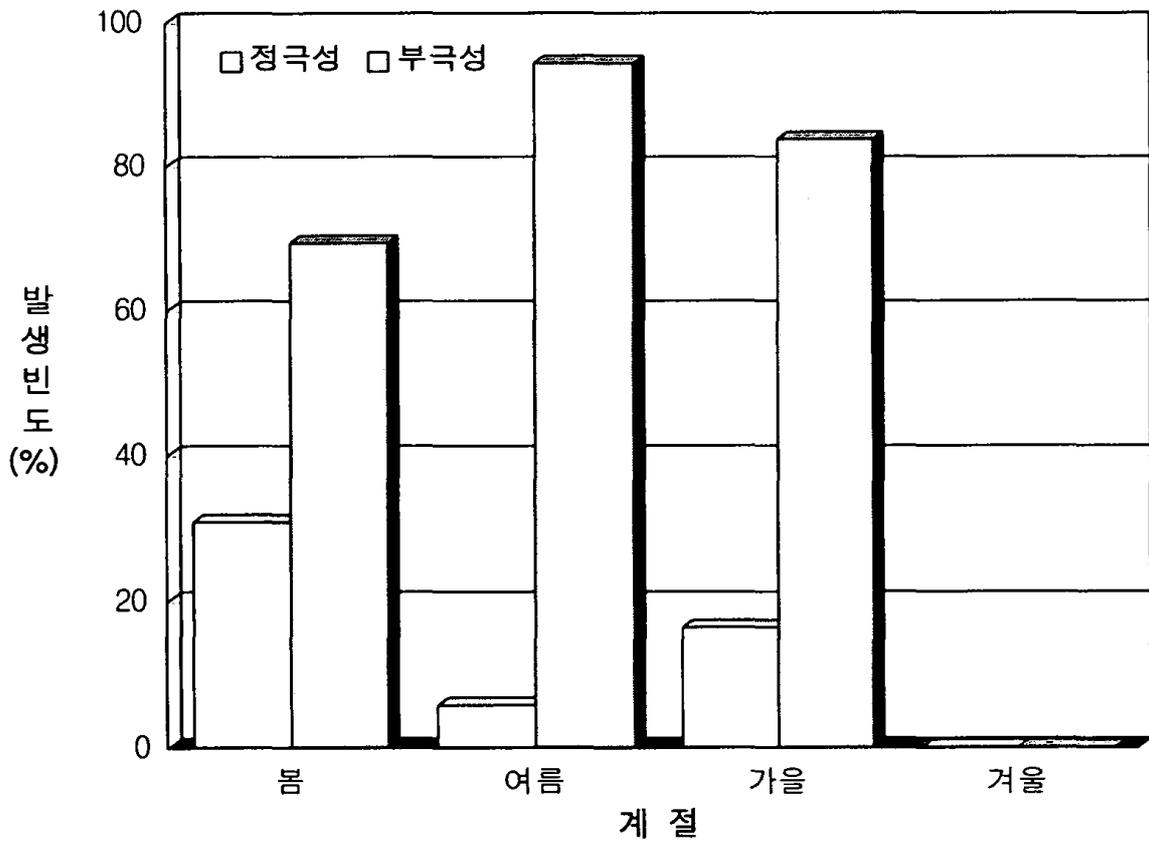
그림B.11(a) 2001년의 계절별 평균 낙뢰 발생 일수



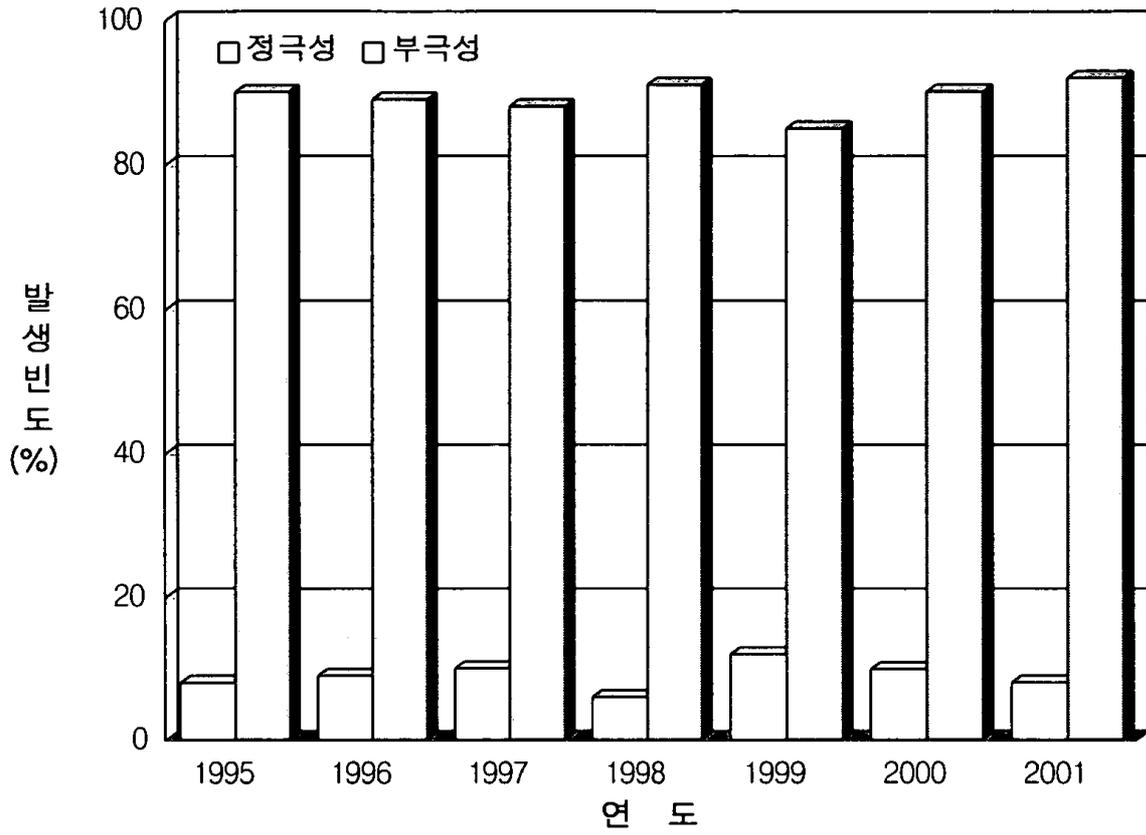
그림B.11(b) 2001년의 계절별 평균 낙뢰 발생 일수 백분율



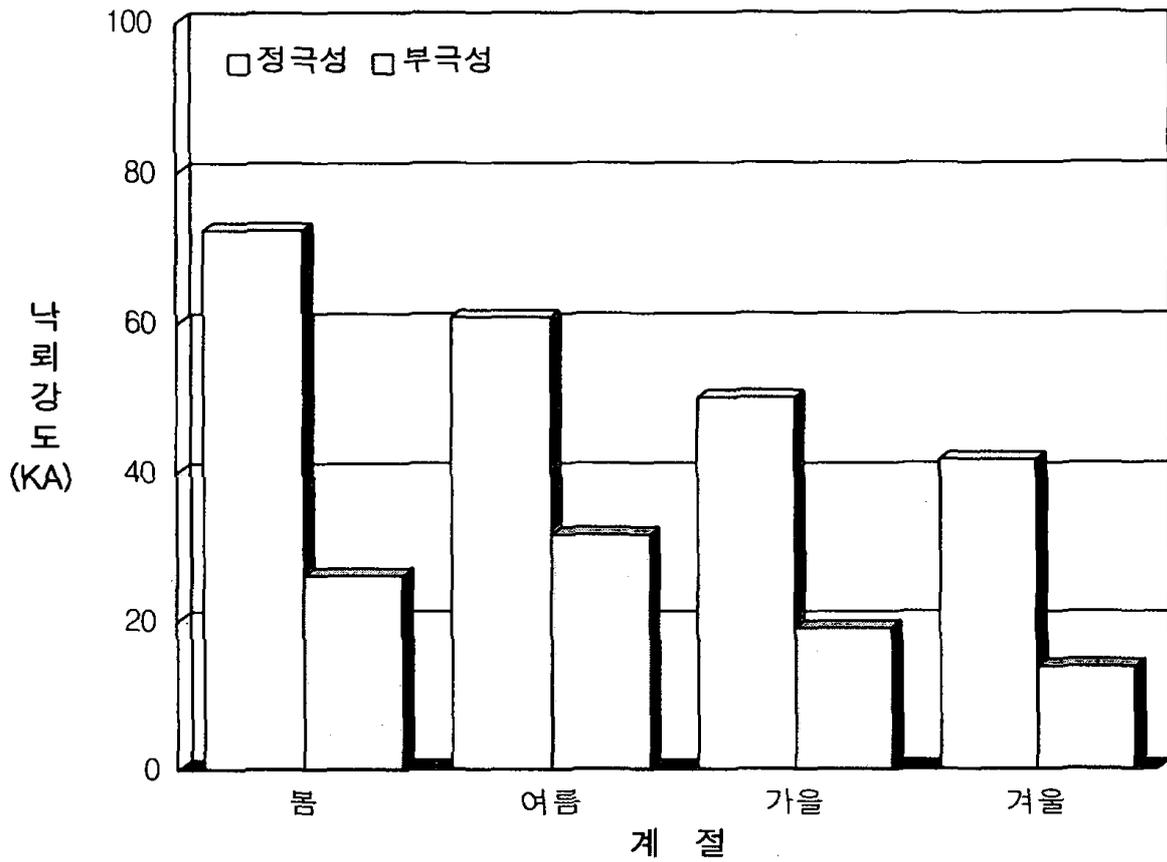
그림B.12(a) 1995-2000년의 계절별 평균 극성률



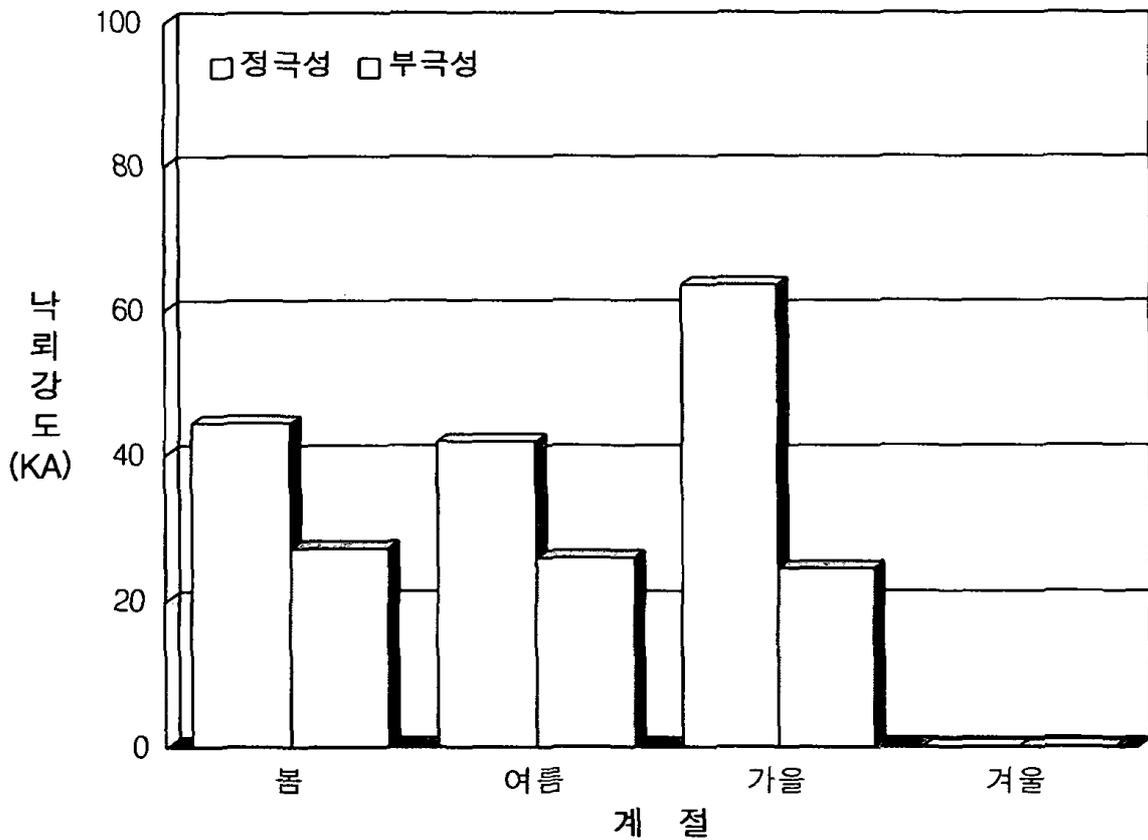
그림B.12(b) 2001년의 계절별 극성률



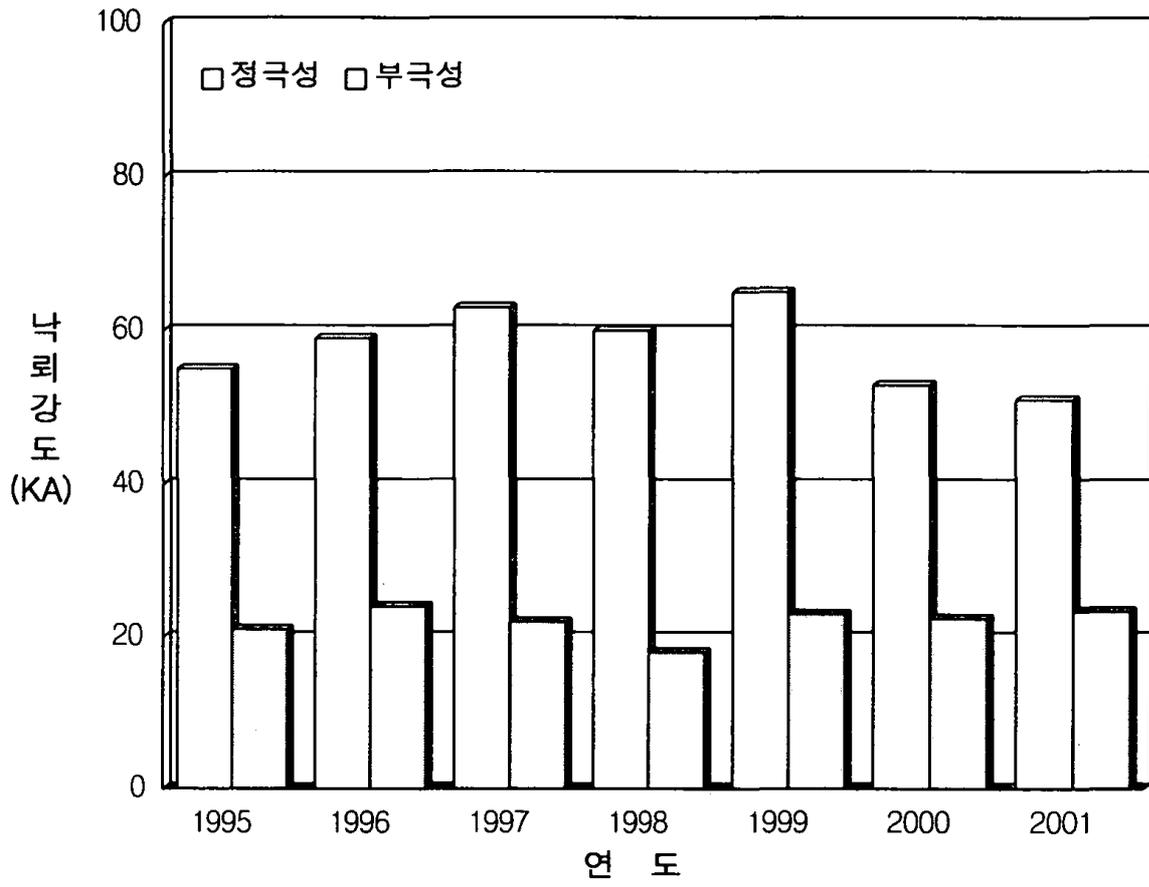
그림B.13 연간 극성을 비교



그림B.14(a) 1995-2000년의 계절별 평균 낙뢰 강도



그림B.14(b) 2001년의 계절별 낙뢰 강도



그림B.15 연간 평균 낙뢰 강도 비교