

## 濟州島의 農業氣候 分析

### I. 地形氣候推定法과 冬季 日最低氣溫 分布

尹進一\*\* · 柳根培\* · 李珉榮\* · 鄭貴源\*

## Analysis of Agricultural Climatology in Cheju Island

### I. Distribution of Daily Minimum Temperature in Winter Season Estimated from a Topoclimatological Method

Jin Il Yun, Keun Bae Yoo, Min Young Lee and Kwi Won Chung

#### ABSTRACT

Agricultural activities in Chejudo require more specialized weather services in this region. The meteorological information available from the Korea Meteorological Service (KMS) is limited in its areal coverage because the KMS stations are located along the narrow band of coastal area. A topoclimatological technique which makes use of empirical relationships between the topography and the weather can be applied to produce reasonable estimates of the climatic variables such as air temperature and precipitation over remote land area where routine observations are rare. Presentation of these estimates in a form of fine-mesh grid map can also be helpful to upgrade the quality of weather services in this region.

Altitude values of the 250 m grid points were read from a 1 : 25000 topographic map and the mean altitude, the mean slope, and the aspect of the slope were determined for each 1 km<sup>2</sup> land area from these altitude data. Daily minimum air temperature data were collected from 18 points in Chejudo during the winter period from November 1987 to February 1988. The data were grouped into 3 sets based on synoptic pressure pattern. Departures from the KMS observations were regressed to the topographical variables to delineate empirical relationships between the local minimum temperature under specific pressure patterns and the site topography. The selected regression equations were used to calculate the daily minimum temperature for each 1 km<sup>2</sup> land area under the specific pressure patterns. The outputs were presented in a fine-mesh grid map with a 6-level contour capability.

#### 緒 言

國家 氣象組織의 최우선 목표는 신뢰할 수 있는 氣象情報의 제공을 통해 氣象 관련 害災 규모를 최소화시키는데 있다는 사실은 어느나라나 마찬가지이다. 이러한 목표달성을 위해서는 신속 정확한 일기예보

의 생산이 무엇보다도 중요하므로 각국의 氣象組織은 예보업무의 향상을 위해 전력을 기울여 왔으며 대기과학 분야의 研究 역시 예보기술 개선에의 응용이 가장 큰 몫을 차지하고 있다. 이러한 노력에 따라 예보 정확도와 예보기간 면에서 큰 발전을 가져와 현재의 3일 예보 정확도는 10년전의 1일 예보 정확도와 비슷한 정도로 개선되었다.<sup>1)</sup>

\* 氣象研究所 微氣象研究室 (Micrometeorology Laboratory, Meteorological Research Institute, Seoul 110-101, Korea)

\*\* 慶熙大學校 農學科 (Agronomy Department, Kyung Hee Univ., Yong-In 449-900, Korea) <'89. 5. 1. 接受>

일기예보에 대한 신뢰성 증가는 산업사회 전반에 걸쳐 다양한 情報需要를 창출해 내게 되어 최근에는 수요자의 요구에 맞도록 특별히 가공된 전문氣象情報의 이용이 급격히 늘어나고 있는 추세이다. 특히 情報통신산업의 획기적인 발전에 힘입어 氣象情報의 획득과 이용에 시간 및 공간적 제약조건이 완화되고 있어 그 어느때보다도 氣象情報의 응용과 그 효과의 대중홍보에 좋은 기회를 맞고 있다. 이에 따라 국가氣象組織에서도 예보 뿐만 아니라 氣象情報의 응용업무 개선에 큰 관심을 보이고 있다.

그 가운데 특히 주목을 끄는 것은 일본 氣象廳에서 전국토의 地形資料를 토대로 氣候値를 비롯한 각종 情報를 1 km<sup>2</sup> 토지면적 單位로 생산, 제공하기 시작한 점이다. ‘그물망’ (Mesh) 기후도라고 불리는 이 격자형 기후정보시스템은 이미 70년대 중반에 확립된 1,312개소의 무인자극기상관측소와 839개 무인 雨量觀測所로 이루어진 AMEDAS(Automated Meteorological Data Acquisition System) 資料와 국토청의 250m 간격 전국토 해발고도 資料가 있음으로 해서 가능하였다.<sup>2)</sup> 이 시스템에 의해 생산제공되는 情報들은 거의 모든 산업분야에서 활용될 수 있지만 특히 관측밀도가 낮은 農業地帶에서 각광을 받고 있다. 우리나라의 경우 資料 빈곤으로 地形-氣候관계의 명확한 究明이 어려워 전국 규모로 이 기술을 당장 적용하기는 곤란하다. 그러나 濟州道에는 중앙氣象臺 정규 氣象觀測所뿐 아니라 농업기관 氣象資料, 그리고 氣象研究所 위탁관측資料 등 도전역에 걸쳐 氣溫 및 강수량 資料수집이 가능한 지점이 20~30개소에 달하므로 濟州道の 地形特性만 수치화 한다면 기본적인 地形-氣候 관계식의 정립은 물론 格子型 精密 氣候圖의 작성이 가능하다. 기본적인 格子型 地形氣候圖 작성이 완료되면 이를 토대로 다양한 農業氣象 情報들이 생산되어 해당격자의 농업활동을 지원하게 될 것이다. 이러한 개념은 앞으로 이 지역에서 추진될 지역규모 農業氣象시스템 운영의 기초가 되어 모든 농민, 수요자들은 원하는 곳의 地形特性에 맞도록 가공된 精密한 氣象情報를 제공받게 될 것이다.<sup>3)</sup>

본 研究에서는 87-88년 기간동안 氣象研究所에서 수행한 ‘濟州道の 接地層 氣象特性 조사’ 과제<sup>5,6)</sup>로부터 얻어진 氣象資料를 이용해 濟州道 지방의 農業 氣候를 微細格子型 氣候推定 기술에 의해 분석하였다. 本稿에서는 氣象 資料 수집, 地形 特性 定量化, 地形-氣候 관계식 작성과정을 설명하고

冬季日最低氣溫 分布의 格子型 表出例를 제시하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 地形特性 定量化

가. 250 m 格子點 해발고도 판독

본 研究에서 궁극적으로 얻고자 하는 것은 濟州道 전역을 사방 1 km의 정방형 格子로 분할하여 各格子에 해당하는 1 km<sup>2</sup>, 즉 30 만평의 토지가 갖는 地形 特性으로부터 이곳의 氣候特性을 推定하는 제 기술이다. 그러므로 各 格子의 地形特性을 定量化하는 것이 우선과제로 떠오른다. 이를 위해 국립지리원 발간 1:25,000 제주地形圖를 구입하여 이 지도상에서 基準點(地形圖上の 原點: 濟州道 남서쪽 해상에 위치)으로부터 동쪽 및 북쪽으로 1 cm(실제 거리 250 m) 간격의 수직선을 작도하여 그 交叉點의 해발고도를 육안으로 판독, 기록하였다. 부속도서를 제외한 본도는 남북길이 43 km, 동서길이 75 km의 장방형 좌표평면에 완전히 포함되므로 이와 같이 판독된 格子點의 수는 모두 51,600 개였다. 따라서 1 km<sup>2</sup> 基準格子평면에는 16 개의 250 m 單位 格子點이 포함되어 있다.

나. 1 km<sup>2</sup> 基準格子의 평균 해발고도, 경사도 및 경사방향 계산

各 基準格子의 평균해발고도는 그 속에 포함된 16 개의 格子點 해발고도를 산술평균하여 구했다. 이때 基準格子의 X-Y 좌표값은 이 16 개 格子點 가운데 좌측상단에 해당하는 格子點의 地形圖上 基準點으로부터의 거리로 대표하였다. 이 과정을 통해 총 3,225 개 (43 × 75)의 관측치로 이루어진 基準格子 해발고도 화일이 만들어졌으며, 各 관측치는 X좌표 (km), Y좌표 (km) 그리고 평균 해발고도(m) 로 구성되어 있다.

各 基準格子의 평균 해발고도 이외에 본 研究에서 채택한 地形因子로는 평균경사도와 경사방향이 있다. 基準格子 [I, J]의 평균경사도는 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{SLOPE}[I, J] = & \\ & \{ (Z[I+1, J] - Z[I-1, J])^2 + \\ & (Z[I, J+1] - Z[I, J-1])^2 \}^{0.5} / 2 \end{aligned}$$

여기에서 Z[I+1, J], Z[I-1, J]는 基準格子 [I, J]

로부터 각각 남쪽으로 1 km, 북쪽으로 1 km 떨어진 基準格子의 평균 해발고도이며,  $Z[I, J+1]$ ,  $Z[I, J-1]$ 은 각각 동쪽으로 1 km, 서쪽으로 1 km 떨어진 基準格子의 평균 해발고도이다. 즉 어떤 基準格子의 평균경사도는 남북방향 해발고도차와 동서방향 해발고도차의 평균이다. 백분율로 표시한 경사도는 이 식에 의해 계산된 값을 10으로 나누어주면 된다.

基準格子는格子간격이 1 km이므로 윗식을 이용해 구할 수 있지만 실제地形的 경사도는 비교 위치에 따라 변하므로 基準格子보다 넓은 지역의 평균경사도를 구하기 위해서는 식을 변형해야 한다. 예를 들어 R km 떨어진 두 格子點으로부터 이들 사이의 평균경사도를 구하기 위해서는 윗식을

$$\text{SLOPE}[I, J] = \frac{\{ (Z[I+R, J] - Z[I-R, J])^2 + (Z[I, J+R] - Z[I, J-R])^2 \}^{0.5}}{2R}$$

로 변형하여 사용할 수 있다.

基準格子의 경사방향은 먼저 基準格子를 통과하는 직선을 인접格子點 사이에 작도하고 이 4개의 직선이 갖는 경사도를 계산한 다음, 이들 가운데 가장 큰 값이 어떤 방향인지 찾아서 그 방향을 基準格子의 경사방향으로 삼았다. 경사방향은 북동, 동, 남동, 남, 남서, 서, 북서 그리고 북향을 각각 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 및 8로 표현하였다. 예를 들어 북동-남서 방향의 경사도는

$$\text{SLOPE}(NE-SW) = \frac{Z[I+1, J-1] - Z[I-1, J+1]}{2\sqrt{2}}$$

로 계산되며 북-남, 북서-남동, 그리고 동-서 방향 경사도를 같은 방법으로 구한 다음 그 절대값을 비교한 후, 최대치를 선택하며 원 계산값의 부호(+, -)에 따라 8방위를 결정한다.

## 2. 氣象資料 수집

地形特性으로부터 통계적인 方法에 의해 그 지역의 氣候特性을 導出해 내기 위해서는 우선 濟州道 전역의 地形特性을 대표할 수 있도록 다양한 地點으로부터 특정해에 편기되지 아니한 氣候資料를 충분히 수집해야 한다. 정규 氣象관측을 통해 최소한 15년 이상의 누적 氣候資料 수집이 가능한 地點은 취락이 발달한 해안선을 따라 5개 지역에 分布되어 있다(관측개시일: 제주 추후소 1923. 5. 1; 서귀포 氣象觀測所 1961. 1. 1; 제주공항 氣象觀測所 1971.

1. 1; 성산포 氣象觀測所 1971. 1. 1; 대정 氣象觀測所 1971. 1. 1). 그러나 이들 資料는 地形特性 가운데 가장 중요시되는 觀測點의 해발고도 상한이 100m 이내이므로 濟州道の 전체 해발고도 범위 1,950 m의 5%에도 미치지 못한다. 따라서 이들 정규 氣象觀測所 資料만으로는 도전역을 망라하는 地形 氣候特性을 導出하는 것이 불가능하여 補助資料의 필요성이 생긴다.

補助資料로서 직접 이용할 수 있는 氣象觀測資料는 농촌진흥청 소속기관에서 운영하는 2개소의 자동화 農業氣象觀測所와 제동홍산(주) 소유 제동목장 氣象관측소의 氣溫, 일사, 강수량, 바람 資料 등이다. 이 밖에 濟州道 농촌진흥원에서 한라산 중산간 地帶 農業자원개발을 위한 事前氣候調查 목적으로 설치 운영 중인 6개소의 간이 氣象觀測所 資料가 있으며 제주도 및 북제주군 농촌지도소 등 지도기관에서 관리하는 간이 氣象觀測所 資料도 이용 가능하다. 그러나 이러한 補助資料들은 觀測 계속기간이 2~3년에 불과하여 氣候資料로서는 충분하지 못한 短點이 있다.

본 研究期間(1987. 6 - 1988. 9) 중에는 이상의 정규 氣象觀測 및 補助氣象資料외에 地形特性의 다양성을 최대한 얻기 위하여 氣象研究所에서 설치하고 제주추후소에서 관리한 6개 간이 氣象觀測所 資料를 추가하였다. 특히 1988년 6월부터 9월까지 4개월간은 하계 雨量分布 精密 분석을 위해 9개소의 雨量觀測所를 추가로 설치 운영하였다. 이들 간이 氣象觀測所의 측기는 타기관 資料와의 동질성을 확보하기 위해 轉倒型 隔測雨量計 및 自記溫濕度計가 사용되었으며 自記紙 교체는 7일에 한번씩 실시하였다. 自記溫濕度計의 경우 설치된 中央氣象臺 공인 측기 검정을 필하였으며 觀測기간 중에는 디지털 溫濕度計(핀란드 Vaisala사 모델 HM 31) 값과 비교, 보정하였다.

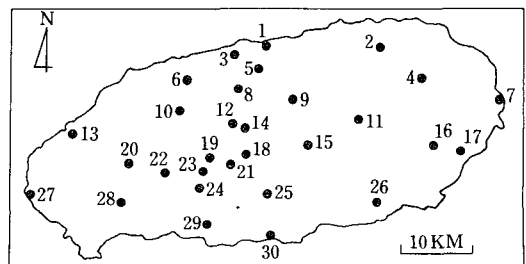


Fig. 1. Location of the data collecting sites in Cheju

**Table 1.** Description of the weather stations and observation sites from which the meteorological and topographical data were collected

No.	STATION CODE	DESCRIPTION	ALTITUDE (m)	REMARKS
1	CHEJU	제주측후소	22	Synoptic Station
30	SOGWIPO	서귀포氣象觀測所	52	
7	SONGSAN	성산포氣象觀測所	11	
27	KOSAN	고흥레이다측후소	72	
3	AIRPORT	제주공항氣象觀測所	27	
6	ORDSTN	도진홍원 상귀시험포	107	Agromet. Station
5	EXPSTN	제주시시험장	190	
11	CHEDONG	제동목장	380	
20	ISIDORE	이시돌목장	343	RDA Temporary
22	KWANGPNG	광평리 새마을회관	508	(Air temperature, Rainfall)
9	COLLEGE	제주전문대학	457	
12	KONAENG	고냉지시험장	720	
15	SONGPAN	성판악휴게소	760	
19	P1100	1100 휴게소	1085	
8	LIVESTOK	축산개발사업소	293	
29	HAWON	하원국민학교	102	MRI Temporary
24	RANCH	염소목장	650	(Air temperature, Rainfall)
23	WOOSUNG	우성산업	902	
21	YONGSIL	영실대피소	1248	
18	P1700	윗세오름대피소	1700	
14	ORIMOK	어리목대피소	957	
2	SONHUL	선흘국민학교	86	MRI Temporary
16	SONGUP	성음국민학교	130	(Rainfall)
26	UIGWI	의귀국민학교	96	
10	MOON	문농장	373	
4	SONGDANG	송당국민학교	200	
13	MYONGWOL	명월국민학교	70	
25	CAMPGRND	제주학생야영장	490	
28	SOGWANG	서광국민학교	180	
17	SAMDAL	삼달국민학교	60	

本稿를 통해 格子型 地形氣候 表出例에 이용된 氣象資料는 1987년 11월부터 이듬해 2월까지 18개 地點으로부터 얻은 日最低氣溫값이다. 各 氣象觀測所의 위치와 간단한 설명이 Fig. 1과 Table 1에 요약되어 있다.

### 3. 地形特性-最低氣溫分布 관계 多重線型回歸 분석

독립변수로 선정된 기본적인 地理, 地形因子는 어느 지역(여기서는 1 km<sup>2</sup> 基準格子)의 X좌표, Y좌표, 평균 해발고도, 평균경사도 그리고 경사방향 등 5가지이다. 이들 5개 기본변수들은 자체로서도 그 지역의 降雨量 및 氣溫分布와 같은 局地氣候特性에 현저한 영향을 미친다는 것이 잘 알려져 있다. 이들 地形因子의 변화에 따라 나타나는 氣候特性의 발현

은 직선적이거나 곡선적, 혹은 양자의 혼합형태일 가능성이 있다. 地形因子의 직선적 영향은 地形因子 값의 1차형만으로 나타낼 수 있고 곡선적 영향은 2차형(자승)으로 표현할 수 있으므로 본 研究에서는 이들 5개 기본변수의 2차형을 잠재적인 독립변수로 상정하였다.

氣候特性 발현에 미치는 지리, 地形因子의 영향은 이와같이 단독적일 수도 있지만, 대개의 경우 地形特性이란 어느 한 地形因子만으로 결정되기 어렵고 몇 개의 因子들이 복합적으로 나타나기 쉬우므로 地形因子 상호간의 영향이 동시에 복합적으로 그 지역의 氣候特性을 지배하는 경우가 많다. 예를 들어 동일고도일지라도 경사방향에 따라 양 지역간의 氣候特性이 전혀 다르게 나타나기도 한다. 따라서 임의의 두가지 기본변수간 상호작용  $s_{C_2} = 10$

개를 또한 잠재적인 독립변수 목록에 추가하였다. 결과적으로 기본변수 5개, 그들의 자승 5개, 그리고 상호작용 10개 등 도합 20개의 잠재적인 독립변수들이 본 다중선회귀분석에 동원되었다.

중속변수로서는 특히 濟州道와 같이 아열대 農業地域에서 매우 중요하게 인식되고 있는 日最低氣溫을 상정하였다. 이를 위해 1987년 11월부터 이듬해 2월까지 4개월 동안에 한하여 濟州道에 영향을 준 기압계 유형을 크게 4가지로 분류하고 각 유형에 해당되는 날짜의 18개 地點 日最低氣溫 資料를 얻었다.

기압계 유형의 분류는 氣象研究所의 '局地氣溫 예보에 관한 研究'<sup>4)</sup>에서 분류된 우리나라에 영향을 주는 주요 기압형 6가지 중, 본 研究에서는 분석기간이 주로 동절기인 點을 감안, 겨울철에 출현횟수가 빈번한 제 1형(대륙성 고기압 확장형), 제 2형(저기압형), 제 3형(이동성 고기압형) 등 3가지를 기본 유형으로 하고 제 4, 5, 6형 등 기타 유형은 편의상 제 4형으로 통합, 분류하였다. 이를 근거로 한 일별기압계 유형의 결정은 인쇄일기도(일본 氣象廳 발간)의 OOZ 지상일기도를 이용하여 濟州道 지방이 어느 유형의 영향권에 들어 있는지 육안으로 판단, 결정하였다. 계절의 特性상 대부분 3가지 유형으로 분류할 수 있었으며 3가지 유형 어느 것에도 적용이 곤란하거나 여러형이 혼합되어 판단이 어려운 경우 등에는 제 4형으로 결정하여 사실상 분석에서 제외하였다. 여기서 결정된 일별 기압유형을 18개 地點의 해당일자에 각각 적용시켜 본 결과 제 1형에 해당되는 일수는 4개월 동안 총 48일에 달했고 제 2형은 5일, 제 3형은 28일이었다.

모든 觀測値는 실용성과 분석의 편의를 위해 제 주축후소 및 서귀포 氣象觀測所의 최저氣溫 평균값을 뺀 편차로 바꾸었다. 이 최저氣溫 편차를 중속변수로 두고 地形因子들을 독립변수로 하여 각 기압계 유형별로 중회귀분석을 실시하였다. 최적모형은 주로 '결정계수선택'(R<sup>2</sup> selection) 方法을 이용하여 1개에서 20개까지의 독립변수조합 가운데 R<sup>2</sup> 값의 증가율이 최대인 조합을 선정하였고, 이때 모든 변수들의 편회계수가 5% 오차수준 이내일 경우 1차적으로 최적모형 후보에 올렸다. 이들 최적모형후보에 의해 推定된 氣候값들의 현실성 여부를 검증하여 타당성이 없을 경우 제거하고 다음 후보를 역시 같은 과정을 거쳐 검증하였다. 이렇게 해서 최종적으로 선정된 모형을 '地形-氣溫 관계식'으로

간주하였다.

#### 4. 格子型 氣溫分布圖 작성

앞에서 다중회귀 方法을 통해 얻어진 地形-氣溫 관계식을 이용하면 이론적으로 濟州道내에서 어느 地點이건 X-Y 좌표, 해발고도, 경사도, 그리고 경사방향만 대입하여 특정 綜觀기압계하의 日最低氣溫 推定値를 산출해낼 수 있다. 이미 濟州道 전역의 地形特性이 定量化되어 있으므로 각 基準格子의 地形因子를 이 관계식에 대입하면 濟州道 전역을 포함한 日最低氣溫分布圖를 작성할 수 있다. 즉 주어진 格子의 X-Y 좌표와 계산에 의해 산출된 氣候推定値로 이루어진 資料화일을 근거로 이차원 혹은 삼차원 地形氣候圖(地形圖 작도시 필요한 해발고도값 대신 氣溫推定値 사용)를 작성할 수 있다.

綜觀氣壓系 유형별 日最低氣溫分布圖 작성을 위한 그래픽 프로그램은 따로 만들지 않고 SAS/GRAPH 소프트웨어(SAS Institute, North Carolina, USA)를 이용하였으며 DXY-980 플러터(Roland DG Corporation, Japan)로 表出하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 基準格子에 의한 濟州島의 地形特性

총면적 1,825 km<sup>2</sup>의 濟州道 전역을 1 km<sup>2</sup> 면적의 정방형 格子로 분할하여 각 格子의 평균해발고도, 경사도 및 경사방향 만으로 地形特性을 단순화시킨 地形圖가 Fig. 2이다. 평균해발고도는 이 基準格子에 포함된 16개의 250 m 간격 표고의 평균이므로 실제의 地形보다 단순화되어 있다. 예를 들어 한라산 정상 표고는 1,950 m이지만 정상을 포함하는 基準格子의 평균해발고도는 1,821 m에 불과하다.

각 氣象觀測所의 표고 역시 실제표고 대신 觀測所가 포함된 基準格子의 평균해발고도로 표현되었

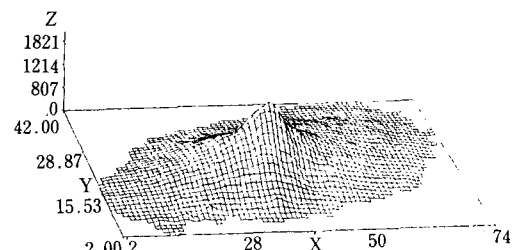


Fig. 2. A 3-dimensional graphic display of the topographical characteristics of Cheju Island based on the 1 km grid point data

다. 따라서 경사도나 경사방향도 基準格子의 평균적인 特性으로 단순화 되었다.

## 2. 기압계유형별 日最低氣溫 推定모형

日最低氣溫은 일반적으로 夜間의 輻射冷却과 冷氣의 移流, 즉 夜間接地層 에너지 收支에 가장 중요한 두 과정의 생성정도에 크게 의존한다. 최저氣溫이 크게 떨어지는 날은 綜觀적으로 청명미풍인 夜間과 일치하는 경우가 많은데 地形效果는 이러한 綜觀氣象下에서 특히 두드러진다. 먼저 夜間의 純輻射量은 하향 및 상향 長波 輻射교환의 차로써 항상 마이너스 값을 갖는바 다른 조건이 동일하다면 평지와 계곡아래, 그리고 경사지와 산정상사이의 純輻射量 차이는 이들 地形特性에 의해 결정되는 Sky view factor(SVF : 天空에 노출된 각도로서  $180^\circ$  이면  $SVF = 1.0$ ,  $90^\circ$  이면  $SVF = 0.5$  등)의 영향을 받는다. 또한 청명미풍하에서 경사지일 경우 상부로부터의 무거워진 찬공기의 移流(冷氣滑降)가 일어나고 사면하부에서는 주변 地形조건에 따라 찬공기의 集積이 일어나 평야지에서와는 다른 氣溫分布를 나타내게 된다.<sup>3,7)</sup>

한편 대륙의 발달된 한랭기단에 의한 일반풍의 移流도 氣溫下降에 큰 영향을 준다. 물론 섬지방의 경우 해상통과시 한랭건조한 기단이 바다의 영향에 의해 상대적으로 온난 습윤한 성질로 변하기도 하지만 局地的 地形에 무관하게 넓은 지역에 걸친 氣溫下降과 관련이 깊다. 따라서 輻射冷却의 효과는 최저氣溫의 局地分布에, 그리고 일반풍의 移流는 광역分布와 연관지을 수 있다.

저기압의 영향은 局地的인 氣溫分布의 단순화로 나타난다. 낮은 구름이 있을 경우 지표로부터의 長波輻射는 대부분 물분자에 의해 흡수되었다가 再放射되므로 지표부근의 氣溫下降이 크지 않을 뿐 아니라 局地的인 地形 特性에 따른 熱收支의 편차도 상대적으로 줄어든다. 특히 강수현상이 있을 경우에는 이러한 완충효과가 더욱 뚜렷하다.<sup>3)</sup>

본 研究에서 설정한 3가지 기압계 유형을 이상에서 언급한 최저氣溫 발현사태와 연계시킨다면 고기압확장형은 일반풍의 移流, 이동성고기압형은 夜間輻射冷却, 그리고 저기압형은 흐리거나 강수현상이 있을 경우가 될 것이다. 그러나 실제의 경우 어느지역의 하루 날씨를 이와 같이 확실하게 분류하기는 어려우며 오히려 이들 중 두가지의 혼합형태일 경우가 많다. 이는 본질적으로 지구를 둘러싼 氣象시

**Table 2.** Parameter estimates of the optimal regression models for calculating the daily minimum temperature under the influence of the three major synoptic pressure patterns during the winter period (November through February). The dependent variable is the temperature difference between the site and the coastal mean.

Variable	Type I (Continental Polar)	Type II (Low Pressure)	Type III (Migratory High)
Y			-0.06533
X	-0.04949		
Z	0.01197		
Slope	-0.1069		
Aspect	0.3561		0.664
X-Slope	0.003643		0.001459
Y-Z	-0.00101	-0.0003918	-0.0004134
Y-Slope	0.00152		
Z-Slope	-0.00002517		-0.00001532
Slope- Aspect	-0.002987		-0.005993
Intercept	-1.4	-0.7	-3.5
R <sup>2</sup> (r <sup>2</sup> )	0.76	0.67	0.73

스템의 끊임없는 변화와 이동에 기인한다고 볼 수 있다. 따라서 日最低氣溫의 형성과정을 일정시각의 綜觀기압계 형태만으로 분류하는데에는 한계가 있으며 이러한 본질적인 限界點을 통계학적으로 보완하기 위해서는 무엇보다도 많은 반복 資料가 필요하다. 본 研究에서 이용한 冬季 4개월간의 제한된 資料만으로 前述한 地形氣候關係式을 導出した 결과가 Table 2에 실려있다.

대륙성고기압 확장형과 이동성 고기압형은 有意性 있는 地形변수들이 여러개 확인되었지만 저기압형의 경우는 Y-Z 한개의 변수만이 선발되었다. 저기압하에서는 흐리거나 강수현상이 있게 마련이며 이런 날의 最低氣溫은 고도 등 地形的인 영향에 상대적으로 둔감하다.<sup>3)</sup> 본 회귀분석 결과는, 순수한 통계적 처리임에도 불구하고, 이러한 물리적인 현상으로부터 크게 벗어나지 않음을 알 수 있다. 그러나 이러한 결과가 나온 원인을 통계학적으로 검토해보면 단순히 저기압형 資料의 반복수가 다른 기압계형 資料에 비해 훨씬 적은 5개에 불과했다는 사실도 간과할 수 없다. 즉 동일한 수준의 변이라면 반복이 많을수록 有意性 검정에서 변수로 선택될 확률이 높은 것이다. 이 문제에 대한 정확한 판단은 보다 장기간의 자료축적이 이루어진 후에야 가능할 것이다.

### 3. 기압계유형별 日最低氣溫 分布

세가지 기압계유형별로 導出된 최저최귀모형을 이용하여 각 格子의 일최저氣溫을 推定하였다. 계산된 값은 해안 정규觀測所(제주, 서귀포) 평균값과의 편차이며 Fig. 3에 Contour 형태로 表출하였다.

‘저기압형’인 경우 日最低氣溫 分布圖의 등온선은 地形圖 상의 등고선 分布와 유사하나 한라산 북사면에서 보다 넓은 低溫域이 나타난다(Fig. 3B). 이러한 규칙적인 分布 양상은 ‘대륙성 고기압 확장형’ 기압배치하에서 상당히 變형되었다. 전체적으로

타원형의 低溫域이 동서로 확장되고 남북으로는 축소되었으며 해안地帶 가운데에서도  $-3^{\circ}\text{C}$  이상의 氣溫편차를 보이는 곳이 나타났다(Fig. 3C). 또한 북서쪽으로 低溫域이 확대된 반면 남동쪽 사면에는 상대적으로 氣溫편차가 줄어들어 해발 8~900m 부근까지의 日最低氣溫은 해안地帶와  $-3^{\circ}\text{C}$  이내의 편차를 보였다. 대륙성고기압 영향하에서는 북서계 절풍으로 불리는 찬공기의 강한 移流가 빈번하므로 風上側(북서)과 風下側(남동)간의 氣溫分布가 큰 대조를 보이는 것으로 생각된다. ‘이동성 고기압형’

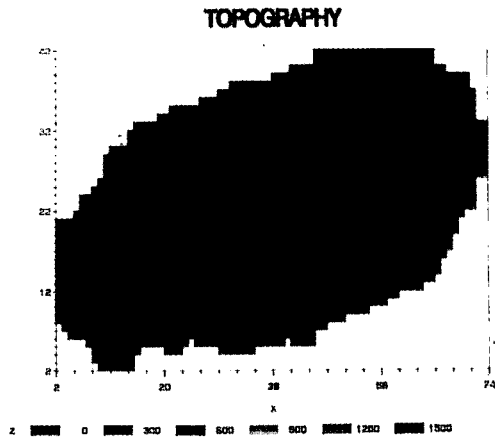


Fig. 3A. A 6-level contour map showing the topographical characteristics of Chejudo based on the 1 km grid point data

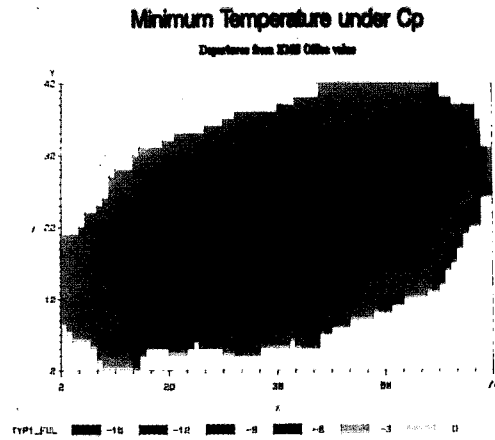


Fig. 3C. Same as Fig. 3B except that the island is under the influence of continental polar air mass.

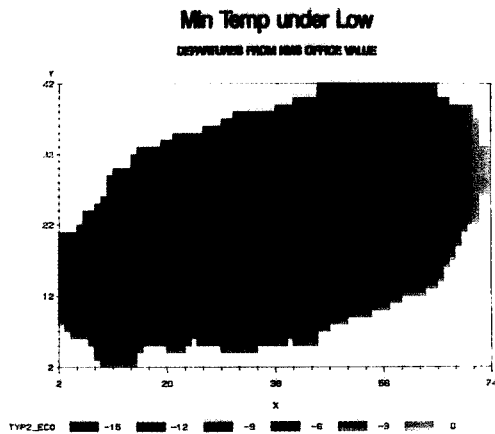


Fig. 3B. A 6-level contour map showing the daily minimum temperature pattern when Chejudo is affected by low pressure systems during the winter season (November through February).

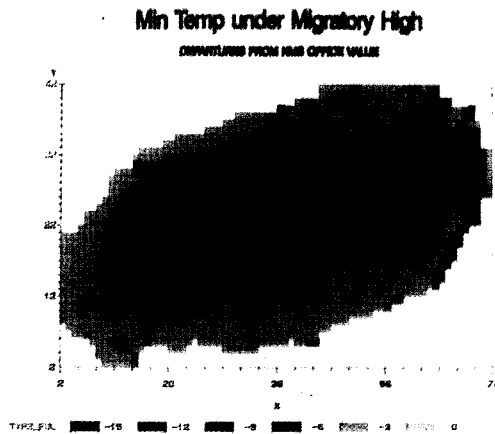


Fig. 3D. Same as Fig. 3B except that the island is affected by migratory high pressure systems.

의 경우 氣溫分布 양상은 더욱 복잡해지며 해발 200 m 이내의 해안地帶 일지라도 제주 및 서귀포측후소의 觀測值에 비해  $-3 \sim -6^{\circ}\text{C}$  이상 편차를 보이는 곳이 나타났다(Fig. 3D). 이러한 氣溫편차의 分布는 회귀모형導出에 이용된 氣溫觀測所의 해발고도 상한이 1,300 m이므로 그 이상의 高地帶에서는 통계적인 의미가 없으며 다만 외삽에 의한 推定값일 뿐이다(研究期間 중 해발 1,700 m 地點인 윗세오름 대피소에서 위탁氣象 觀測을 실시하였으나 11월부터 다음해 3월까지의 冬季 안전을 위해 대피소 운영요원이 철수함). 濟州道내에서 해발 1,000 m 이상의 地帶는 거의 국립공원으로 보존되어 있으므로 農業的인 목적으로 본다면 본 회귀식에 의한 分布圖만으로 충분하다고 생각된다. 그러나 등산 및 관광객의 안전, 국립공원지역의 植物生態 研究 등 기타 목적을 위해서는 1,300 m 이상 地帶의 氣象資料가 축적되어야 할 것이다.

본 研究를 통해 얻어진 결과는 氣象업무기관이나 農業지도기관에서 큰 어려움 없이 실용화시킬 수 있을 것으로 본다. 실제의 경우 제주 및 서귀포 지방의 日最低氣溫은 실측치와 예측치 모두 언제든지 얻을 수 있으므로 간단한 기압계 판별만으로 推定모형을 선정하고 濟州道 전역의  $1 \text{ km}^2$  單位 精密分布를 예측할 수 있다. 日最低氣溫 외에도 각종 氣象상황 혹은 예측값은 農業的인 측면에서 농작물의 현재 성장정도나 생리적인 스트레스의 예측, 병해충 발생적부 판정, 그리고 그날 하루의 농작업 계획에 매우 요긴하게 활용될 수 있다. 최근에는 농민들이 직접 의사결정(Decision making)을 할 수 있도록 하는 여러가지 農業氣象 情報 프로그램들이 보편화되고 있는 것이 선진국의 실정인데, 이러한 컴퓨터 프로그램(혹은 農業氣象 모형)은 현재의 氣象조건을 初期 入力資料로 쓰고 있으므로 觀測시설이 없는 지역의 농민들에게 이러한 氣象상황의 推定值를 제공한다는 것은 資料자체의 가치외에도 국내농업의 현대화를 위한 다양한 응용잠재력을 제공하는 것이라고 볼 수 있다.

### 摘 要

綜觀氣象資料만으로 충족시킬 수 없는 農業分野 局地氣象情報 수요에 대처하기 위해 地形氣候 관계식에 의거한 濟州道 전역의 精密氣候 推定 및 表出方

法을 개발하였다. 먼저 도전역을 250 m 간격의 直交格子로 구획하고 交叉點의 해발고도를 地形圖上에서 판독하여 사방 1 km 지역(單位格子)의 평균해발고도, 평균경사도, 그리고 평균 경사방향 등 地形因子를 계산, 定量化하였다. 18개의 기존 및 신설 氣象觀測所가 위치한 單位格子의 地形 因子값과 실제 觀測된 日最低氣溫값을 중회귀분석하여 地形-氣溫 관계식을 導出하고 이로부터 未觀測 格子에 대하여 推定值를 계산하였다. 구체적으로 겨울철 日最低氣溫에 대하여 3개의 전형적인 기압계 유형별로 최적 推定式을 만들어 해안地帶에 위치한 제주 및 서귀포 觀測資料와 기압계 유형판별만으로 도전역의 日最低氣溫 分布 예측을 가능케 하였다.

### 謝 辭

본 研究수행을 위해 협조해 주신 제주측후소, 濟州道 농촌진흥원, 제주시험장 등 기관 및 관련개인 여러분께 감사드립니다. 통계분석 및 도표작성을 위해 시스템 공학센터와 한국 IBM사와의 협력 사업인 SEC 컴퓨터시스템을 사용하였음을 밝힌다.

### 引 用 文 獻

1. Houghton, J.T. 1987. Economic and other benefits of meteorological and hydrological services. Preprint from the WMO symposium on education and training in meteorology with emphasis on the optimal use of meteorological information and products by all potential users. Shinfield Park, U.K., 13-18 July 1987.
2. Okamura, T. 1987. Mesh climatic data-Present and prospect of production and application. Tenki 34(3) : 25-42.
3. 강안석·윤진일·정양상·곡신휘. 1986. 봄철 양평지역의 地形 및 고도에 따른 일최저氣溫의 분포. 한국토양비료학회지 19(4) : 339-344.
4. 氣象研究所. 1984. 局地氣溫 예보에 관한 研究. MR 84-1. 362p.
5. \_\_\_\_\_. 1987. 濟州島의 接地層 氣象特性 조사(I) MR 87-5. 96p.
6. \_\_\_\_\_. 1988. 濟州島의 接地層 氣象特性 조사(II) MR 88-5. 102p.



7. 윤진일 · 이민영 · 조천호 · 이종범. 1988. 한라산 남사면의 夜間 氣溫分布 분석을 위한 사례研究. 氣象研究論文集 5(1) : 35-42.
8. 윤진일. 1988. 제주지역 농업기상 프로젝트의 현황과 그 전망. '88 국내외한국 과학기술자학술회의 하계심포지움논문집. 한국과학기술단체총연합회 (1988. 7). pp.247-251.