

## 地球上의 潛在森林面積을 推定하기 위한 適定 植生圖製作 시스템의 選拔\*

車 璟 洙<sup>1</sup>

### Selection of the Optimum Global Natural Vegetation Mapping System for Estimating Potential Forest Area\*

Gyung Soo Cha<sup>1</sup>

#### 要 約

지구상의 잠재삼림면적을 추정하기 위한 일련의 단계로서, 적정한 식생도제작(Global Natural Vegetation Mapping, GNVM) 시스템을 선별하기 위해, Light Climatic Dataset(LCD)에 지형을 고려하지 않은 단순 시스템, LCD에 지형을 고려한 시스템, Heavy Climatic Dataset(HCD)에 지형을 고려한 시스템을 구축하고 상호 비교하였다. 3종류의 GNVM시스템은, 세계에서 관찰된 기후데이터를 구면보간법에 의해 지구면 전체의 1°×1°의 격자점에 대하여 이것들을 추정하고, 그 추정치로부터 식생을 구분하며, 구분의 결과를 가지고 잠재자연식생도의 출력 및 잠재자연식생의 면적을 산출한다. 3종류의 GNVM시스템을 비교한 결과, LCD에 지형을 고려한 GNVM 시스템이 잠재자연식생의 분포를 가장 잘 표현하였으며, 단순 시스템은 지형을 고려한 시스템들에 비해 온난한 지역을 과대평가하고 한랭지 및 사막지역을 과소평가하는 경향을 나타냈다. 한편, 축후소의 수에 따른 시스템간에 있어서는 HCD에 지형을 고려한 시스템이 축후소의 과밀분포로 인해 LCD에 지형을 고려한 시스템보다 습윤지역의 과대평가와 건조지역의 과소평가를 나타냈다.

#### ABSTRACT

The optimum global natural vegetation mapping(GNVM) system was selected as a series of the study to estimate potential forest area of the globe. To select the system, three types of GNVM systems which are simple system with Light Climatic Dataset(LCD), altitude-allowed system with LCD and altitude-allowed system with Heavy Climatic Dataset(HCD) were established and compared. The three GNVM systems spherically interpolate such spotty climate data as those observed at weather stations the world over onto 1°×1° grid points, product vegetation type classification, and produce a potential natural vegetation(PNV) map and a PNV area. As a result of comparison with three GNVM systems, altitude-allowed LCD system represented natural vegetation distribution better than other versions. The difference between the simple system versus the one with altitude allowance indicated that the simple version tends to over-represent the warmer climate areas and under-represent cold and hostile climate areas. In the difference between altitude-allowed versions of LCD and HCD, HCD version tended to overestimate moist climate areas and to underestimate dry climate areas.

*Key word : potential natural vegetation, GNVM system, altitude allowed-Light Climatic Dataset*

\* 接受 1996年 10月 17日 Received on October 17, 1996.

<sup>1</sup> 全南大學校 農科大學 林學科 Dept. of Forestry, College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju, 500-757, Korea.

## 序 言

오늘날 전 세계적으로 삼림자원의 감소와 황폐는 자원의 고갈과 환경의 파괴라는 점에서 급속히 부각되고 있다. 세계 삼림자원의 감소는 열대림에서 가장 현저하게 나타나는데, 열대림의 감소는 1976-1980년 사이에 연간 1,100만 ha로 (FAO, 1981, 1982), 1981-1990년의 10년간에 1,700만 ha로 보고되었다(Mercado, 1991). 이러한 삼림자원의 감소와 황폐는 지구온난화에 가장 큰 역할을 하고 있는 대기중의 이산화탄소의 농도에 영향을 끼치므로써, 지구의 기후변화에 한 몫을 할 것이다.

지구 전체의 삼림감소의 影響과 歸結을 시간과 공간적인 관점에서 이해하기 위한 하나의 수단으로서 자연생태계에 대한 人類의 影響 및 干涉을 제외했을 때 존재해야 할 潛在森林面積이 있다. 潛在森林面積은 세계 각국의 森林統計나 衛星寫眞에서 얻어지는 現在의 森林面積을 가지고도 추정할 수 있으나, 이러한 방법들의 문제점은 中世以前에 減少한 삼림 또는 장래에 존재할 삼림을 추정할 수 없다는 것이다. 결국, 潛在森林面積을 추정하는 가장 합리적인 방법은 식생과 기후와의 밀접한 관계에 근거하여 기후로부터 삼림식생을 추정하는 것이다.

기후로부터 삼림식생의 추정은 植生圖 製作 모델에 의해 가능하며(Robinson *et al.*, 1994), Static 모델과 Dynamic 모델로 구분될 수 있다. Static 모델은 기후와 식생이 平衡하다는 假定에 근거하고 있으며, 지구규모의 潛在植生을 추정하는데 이용된다(Emanuel *et al.*, 1985a, b; Gütter and Kutzbach, 1990). 한편, Dynamic 모델은 보다 작은 지역적인 규모에 있어서 기후에 대한 식생의 일시적인 반응을 평가하기 위해 이용된다(Shugart, 1990). 따라서, 지구전체의 潛在森林面積을 추정하기 위해서는 Static 모델이 사용되어야 할 것이다.

Static 모델에 의한 전구의 潛在森林面積의 추정은 전 세계에 분포된 측후소에서 관찰된 기상 데이터를 地球面 전체의 格子點에 補間하고, 각각의 격자점에 대한 추정된 보간치를 식생구분법에 의거하여 식생형을 결정한 다음, 격자점마다 결정된 식생형을 지구 전체에 대한 식생형별로

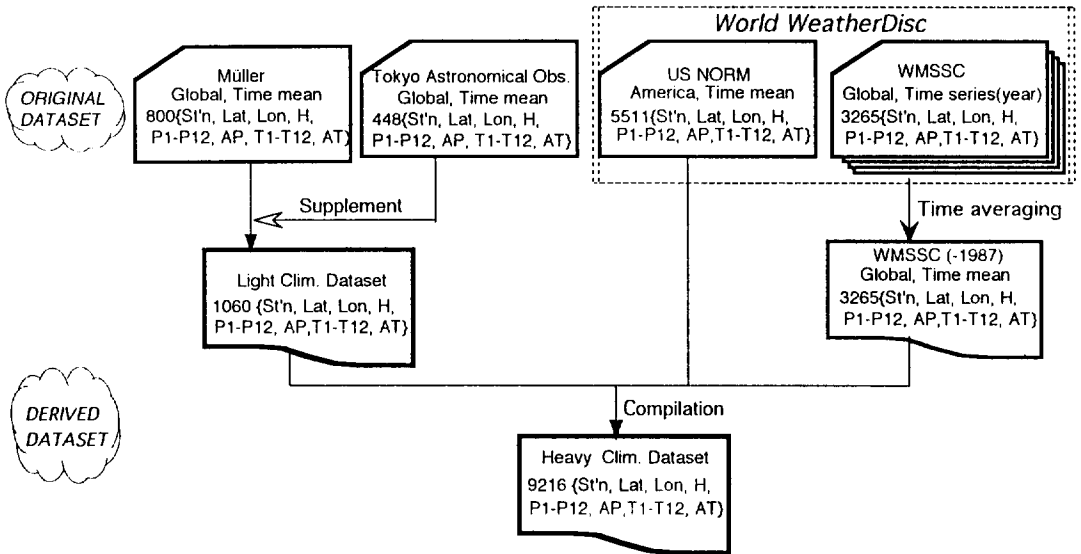
통합하므로써 가능하다. Cramer와 Leeman(1993)은 잠재식생을 추정함에 있어서 地球面 전체의 格子點에 대한 기온과 강수량의 기상데이터를 平面補間法에 의해 추정했다. 그러나 平面補間을 지구라는 球面上에 적용하면, 緯도와 經도에 의한 2次元 平面上的 直線距離를 사용하기 때문에 實際의 距離와 平面上的 距離가 틀린 高緯度地方에서의 補間은 誤差가 클 것이며, 또한 실제로는 같은 장소에 있을 東西 兩端에서 補間値가 틀리게 추정됨으로 인하여 全球의 植生分布圖에서 不連續의 境界線이 발생할 수 있다. Emanuel *et al.*(1985a, b)은 北緯 80° ~ 南緯 60°의 地域에 대한 潛在植生을 추정하기 위해 기상데이터를 球面補間法에 의해 산출하였으나, 補間에 이용될 측후소의 선택 및 補間에 이용되는 측후소와 補間點과의 地理的인 距離나 方位에 따른 그 측후소의 影響度를 어떻게 그리고 얼마나 줄 것인가 하는 구체적인 점들이 고려되지 않았다. 한편, Cha와 Ochiai(투고중)는 전 세계에 분포된 측후소에서 관찰된 기상데이터를 지구면 전체의 격자점에 보간하기 위한 구체적이고 합리적인 구면보간법을 제안했다. 결국, 地球전체의 潛在森林植生을 추정할 수 있는 합리적인 시스템의 구축과 그에 대한 평가가 이루어져야 할 것이며, 적합한 시스템이 제안되어야 할 것이다.

따라서, 본 연구에서는 기상관측치로부터 잠재자연식생의 분포를 추정할 수 있는 구체적인 구면보간법에 기초를 둔 3종류의 식생도제작 (Global Natural Vegetation Mapping, GNVM) 시스템을 구축하고, 이들을 상호비교하여 적합한 시스템을 선발하는데 그 목적을 두고 있다.

## 資 料

### 1. 기상 데이터

현재의 연구에서는 2종류의 기상 데이터를 준비했다(그림 1). 하나는 Light Climatic Dataset (LCD)로 命名하였으며, 이 데이터파일은 세계의 1,060個所의 측후소에서 얻어진 월평균기온과 월강수량의 기간평균치로 이루어져 있다. 이 데이터의 대부분은 Müller(1982)에서 얻어졌으며, 일부를 理科年表(東京天文臺, 1985)에서 보충했다 (Cha와 Ochiai, 투고중). 다른 하나는 Heavy Climatic Dataset (HCD)라고 命名하였으며,



**Fig. 1.** Compilation of observed climate datasets. The climate elements are expressed as follows : annual precipitation(AP), annual mean temperature(AT), monthly precipitation(P1, ..., P12), monthly mean temperature(T1, ..., T12) in °C or mm.

World Monthly Surface Station Climatology (WMSSC)와 U.S. Monthly Normals of Temperature and Precipitation(US Norm)의 2개의 파일(WeatherDisc Assoc, Inc., 1990)과 LCD라는 데이터파일에서 추출되었다. WMSSC에는 3,265개소의 측후소에 대하여 1987년 까지의 월별平均氣溫, 月別降水量 등의 氣象觀測值가 시계열로 수록되어 있으며, 관측기간은 관측지점에 따라 最長 100年이고, 最短 10年으로 되어 있다. US Norm에는 美國에 분포된 5,511개소의 측후소에서 1951년 부터 1980년 까지 30년간 관측된 월평균기온과 월강수량이 기간평균되어 입력되어 있다. 전술한 3개의 파일간에 중복된 측후소가 있을 경우에는 관측기간이 가장 긴 데이터파일의 관측치를 채용하고 불필요한 측후소를 삭제했으며, 시계열데이터를 기간평균데이터로 전환시켰다. 결국, HCD는 WMSSC에서 3,256개소, US Norm에서 5,369개소, LCD에서 591개소로 세계의 9,216個所의 측후소에 대하여 월평균기온과 월강수량의 기간평균치로 구성됐다.

HCD에는 측후소가 고밀도로 분포되어 LCD보다 높은 정도의 보간이 기대되는 반면, 계산시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 측후소의 고밀도분포는 특히 북아메리카, 유럽, 아프리카, 중국 등의 온난지역에서 주로 나타난다.

## 2. 지형데이터

지형데이터는 120×90cm의 世界地形圖(BOEHHO-MOPCKOЙΦЛОТ, 1980)를 가지고 작성되었는데, 이 地形圖는 緯度 45°에서의 縮尺이 1:25,000,000의 Mercator圖法으로 그려져있다. 地形데이터의 구축은, 原圖에 대한 大陸 및 커다란 섬의 海岸線과 주요한 等高線을 디지털라이저로 채취하고, 주요한 等高線으로서 0m, 200, 500, 1,000, 1,500, 2,000, 4,000, 6,000m가 대상이 되었으며, 대표적인 호수가 포함되었다. 채취했을 때의 座標系는 赤道와 그리니치 子午線을 軸으로 하는 直交(x, y)座標로 되어 있기 때문에, 이 座標系를 野村(1983)의 변환식에 의해 極(緯度, 經度)座標로 바꾸었다. 이 緯度, 經度を 座標로 하는 等高線에 대한 點들의 데이터를 GNVMS시스템에 이용하기 위해, 緯度, 經度を 각각 行과 列로 하는 格子데이터인 數值地形圖(Digital Terrain Map, DTM)로 변환했다(그림 2). 그 방법으로서, 각각의 格子點에서 그 格子點을 둘러싼 格子에 채취된 點들이 들어 있으면 가장 가까운 點의 標高를 기억시켰으며, 그와 같은 點들이 없는 格子點에 대해서는 球面補間에 의해 추정했다.

Global Natural Vegetation Mapping System  
기상관측치로부터 잠재식생분포를 표현할 수



Fig. 2. Reproduction of digital terrain map

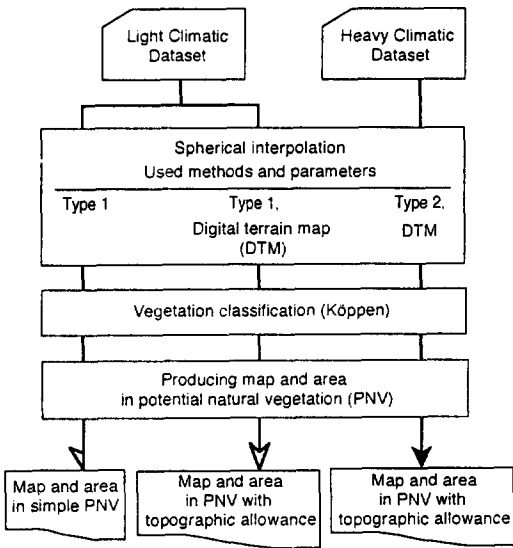


Fig. 3. Three types of global natural vegetation mapping systems

있는 Global Natural Vegetation Mapping (GNVM) 시스템의 적합성을 평가하기 위해, 3가지 유형의 GNVM 시스템을 구축했다(그림 3). 3가지 유형으로서는 LCD에 지형의 영향을 고려하지 않은 단순시스템, LCD에 지형의 영향(高度補正, 0.65°C/100m)을 고려한 시스템, HCD에 지형의 영향(高度補正, 0.65°C/100m)을 고려한 시스템 등이다.

GNVM 시스템은 크게 3가지 부시스템으로 이

루어져 있다(그림 3). 첫번째 부시스템은 세계 각지에서 관찰된 기온과 강수량의 기상데이터를 지구 전체의 1°(緯度幅)×1°(經度幅)의 格子点에 대하여 球面補間한다. 두번째 부시스템은 각 格子点에 대한 기온과 강수량의 補間值를 가지고 정해진 식생구분법에 의해 각 格子点에 있어서의 식생형을 결정하는 것이다. 그 식생형은 Köppen의 식생/기후구분법에 근거되어 있다. 세번째는 각 格子点에 대한 식생형을 통합하여, 전구의 潛在植生圖를 산출하며, 植生帶別 面積을 계산한다.

1. 球面補間

어느 未地點에 대한 推定值(補間值)는 그 주위에 존재하는 實測值로부터 추정될 수 있으며, 다음과 같은 일반적인 補間式에 의해 가능하다.

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{A_i \cdot f(\theta_i)}{\sum_{i=1}^n f(\theta_i)} \right)}{\quad} \quad (1)$$

여기서, Y: 補間에 의해 추정되는 格子点의 값, A<sub>i</sub>: 補間에 이용되는 實測值, θ<sub>i</sub>: 格子点과 측후소와의 거리, 즉 地球의 중심에서 본 2점간의 角度(大圈距離), f(θ<sub>i</sub>): 格子点과 측후소의 거리에 관한 荷重式, n: 補間에 이용되는 측후소의 數(觀測点)를 각각 의미한다.

地球表面上에 존재하는 2点間의 大圈距離는 측후소와 補間하려는 格子点의 球面座標(緯度, 經

度)가 주어지면 다음과 같은 球面三角法에 의해 구할 수 있다(萩原, 1982).

$$\theta_i = R \cdot \arccos \{ \sin I_1 \cdot \sin I_2 + \cos I_1 \cdot \cos I_2 \cdot \cos (K_1 - K_2) \} \quad (2)$$

(1) 식을 사용하기 위해서는 보간에 이용되는 측후소를 어떻게 선택할 것인가 하는 점과, 보간에 이용되는 측후소와 격자점간의 지리적인 거리나 방위에 따라 그 측후소의 영향도를 어떻게 그리고 얼마나 줄 것인가 하는 점들이 결정되어야 할 것이다.

따라서, Cha와 Ochiai(투고중)는 측후소의 실측자료를 보간용과 검정용으로 무작위 2등분하고 검정용 측후소에 있어서의 실측치와 보간용에 의한 추정치와의 오차를 보간방법과 파라메타가 틀린 組合에 대해 상호비교하였다. 보간용에 의한 추정치는, 측후소의 선택법으로 지구상의 전 측후소를 이용하는 全点法, 일정수의 측후소를 이용하는 定点法, 일정의 거리내에 있는 측후소를 이용하는 定半徑法의 3가지 방법, 거리에 대한 하중으로 n승 반비례, 부의 지수함수의 2가지 방법, 방위에 관한 하중으로 타원하중법, 각각에 대해 상호조합하여 산출되었다. 그 결과, 측후소의 선택법은 정반경법, 거리에 관한 하중식은 부의 지수함수, 방위에 관한 하중식은 타원하중법을 조합하는 것이 기온과 강수량의 보간에 적합하다고 제안했다(표 1).

타원하중법은 (2)식의 經度差  $K_1 - K_2$ 에 대하여 荷重係數  $\omega$ 를 도입하는 것으로서, 方位에 따라서 荷重을 틀리게 주어 지며 다음과 같다(Cha와 Ochiai, 투고중).

$$\theta_i = R \cdot \arccos \{ \sin I_1 \cdot \sin I_2 + \cos I_1 \cdot \cos I_2 \cdot \cos \omega (K_1 - K_2) \} \quad (3)$$

荷重係數  $\omega$ 가 1미만일때는 補間되는 格子点과 측후소와의 거리는 실제보다도 작게 처리되며, 補間에 관계되는 요소가 經度依存性보다 緯度依

存性이 크다는 것을 나타낸다. 이는 기온의 보간에 해당되는 것으로서, 일사량은 위도방향으로 강한 유사성을 나타내기 때문에 기온은 等距離라도 經度方向보다 緯度方向에 있는 측후소의 影響度가 크기 때문이다. 반면에  $\omega$ 가 1보다 클때는 格子点과 측후소와의 거리는 실제보다 크게 간주된다. 이는 강수량의 보간에 해당되며, 대기의 순환이 다소 경도방향으로 향해 있기 때문에 緯度方向보다 經度方向에 있는 측후소의 影響度가 커지게 된다.

(1)과 (3)식을 기초로 하여 LCD와 HCD로부터 전구의 격자점에 대한 추정치를 구하기 위해, 표 1의 보간방법과 파라메타를 적용했다. LCD에 대한 보간방법과 파라메타는 Cha와 Ochiai(투고중)가 제안한 방법과 파라메타를 이용했으며, HCD에 대해서는 LCD와 동일한 보간방법과 가장 적절하다고 판단되는 파라메타를 선택했다.

## 2. 植生區分

세계의 기후/식생을 구분하기 위한 방법으로서 Köppen(Lamb, 1970), Holdridge(1947), Thornthwaite(1933), Walter(1985) 등이 제안되어 왔다. 본 연구에서는 Köppen의 기후/식생구분이 제일 먼저 작성되어 잠재자연식생에 보다 가깝고, 널리 이용되고 있기 때문에 이 기후/식생구분법을 채용했다.

Köppen의 기후/식생구분법은 세계의 기후를 크게 열대기후, 건조기후, 온대기후, 아한대기후, 한대기후의 5가지 기후대로 나누고, 이 기후대는 더욱 12개의 기후형으로 구분된다(그림 4). 건조기후에서는 강수량의 부족, 한대기후에서는 低溫으로 인해 수목의 생육이 不適合하지만, 나머지 3개의 기후대에서는 수목의 생육이 가능하다. 건조기후를 제외한 4개의 기후대의 분류에 있어서, 열대, 온대, 아한대의 구분에는 最寒月 平均氣溫(CMT, °C)을 사용하며, 아한대와 한대의 구분에는 最暖月 平均氣溫(WMT, °C)을 이용

Table 1. Methods and parameters used in spherical interpolation

Used methods	Light Climatic Dataset (Type 1) (Cha and Ochiai, Submitted)		Heavy Climatic Dataset (Type 2)	
	Temperature	Precipitation	Temperature	Precipitation
Negative exponential function	0.78	0.53	0.78	0.53
Constant radius stations	30°	35°	8°	10°
Oval weighting	0.4	1.2	0.4	1.2

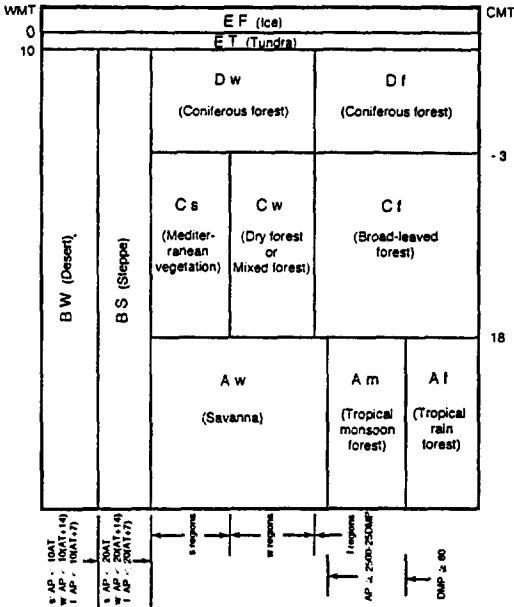


Fig. 4. Expected Köppen's diagram. The climate elements are expressed in °C or mm: warmest month temperature(WMT), coldest month temperature(CMT), annual temperature(AT), rainest month precipitation (RMP), driest month precipitation(DMP), annual precipitation(AP). The summer dry(s) regions are DM=summer and  $RMP/DMP \geq 3$ , the winter dry(w) regions are DM=winter and  $RMP/DMP \geq 10$ , and the f means the other regions.

한다 한편, 건조대에서의 수목의 생육여부는 강수량 그 自體의에 기온에 의존하는 蒸發散量에도 좌우되기 때문에 Köppen구분은 수목에 유효한 年降水量(AP, mm)과 年平均氣溫(AT, °C)으로 표현되는 蒸發散量과의 관계로 다음과 같이 정의 된다.

$$\begin{aligned}
 &AP=20 \quad AT \text{ 여름이 乾燥(s)하며} \\
 &RMP/DMP \geq 3 \text{ 地域,} \\
 &AP=20(AT+14) \text{ 겨울이 乾燥(w)하며} \\
 &RMP/DMP \geq 10 \text{ 地域,} \\
 &AP=20(AT+7) \text{ 그 이외의 地域(f).}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

단, RMP는 最濕月降水量(mm)이며, DMP는 最乾月降水量(mm)을 의미한다. 본 연구에서는 北半球에서의 여름을 4~9월, 겨울을 10~3월로 하였으며, 南半球에서는 이와 반대로 하였다.

. 한편, 열대기후지역에서는 식물의 성장에 대한 온도조건은 충분하나, 강수량조건은 그 지역에 따라서 다르기 때문에, 열대기후의 기후형구분은 年降水量과 最乾月降水量과의 관계로 정의된다. 온대와 아한대에서는 기온과 강수량의 양방이 식물의 성장에 영향을 미치므로, 기온과 강수량의 계절적인 형태를 가지고 구분한다. 한대기후에서는 식물성장에 대한 제한요인이 기온이므로, 最暖月の 0°C의 等溫線을 빙설기후(EF)와 툰드라(ET)의 경계선으로 한다. 사막기후와 스텝기후와의 구분은, (4)식의 年降水量(AP)이 年平均氣溫(AT, °C)으로 표현되는 蒸發散量의 半보다 크냐, 작냐로 이루어진다.

### 3. 植生圖 製作 및 植生面積의 算出

植生圖 製作 및 植生面積의 산출은 GNVMS 시스템의 최종단계이며, 가장 간단하다. 여기서는 각각의 格子点에 대한 Köppen의 식생구분에 따라 나타난 식생형을 식생형별로 농도를 다르게 주어 전구의 식생분포를 圖化하고, 식생대별 면적을 계산한다. 본 시스템에서의 면적계산은 지구전체 및 7개 大陸에 대하여 식생형별로 가능하며, 總面積과 大陸別面積에 대한 식생형의 比率과 각각의 식생형에 대한 格子点의 數가 출력될 수 있도록 구축되어 있다.

### 結果 및 考察

3종류의 GNVMS시스템에 의한 잠재식생분포도, 즉 LCD만을 사용한 단순한 시스템의 결과(그림 5), LCD에 지형을 고려한 결과(그림 6), HCD에 지형을 고려한 결과(그림 7)를 그림 3에 나타난 계산 수순에 따라 산출했다. 또한 3종류의 GNVMS시스템에 의해 산출된 기후/식생형의 잠재면적을 표 2에 나타냈다.

표 2에서 각각의 시스템에 의해 산출된 기후/식생형의 면적을 비교하여 보면, 단순한 시스템과 표고를 고려한 시스템간에는 차이가 크게 나타나며, 특히 빙설기후(EF)와 툰드라기후(ET)에서 현저하다. 단순한 시스템에 의한 2가지 기후형의 면적은 지형을 고려한 시스템에 의한 것보다 작게 산정되는데, 이는 측후소의 지리적 위치가 식생형의 결정에 전혀 고려되지 않았다는 것을 시사하고 있다. 측후소는 인간의 활동이 비교

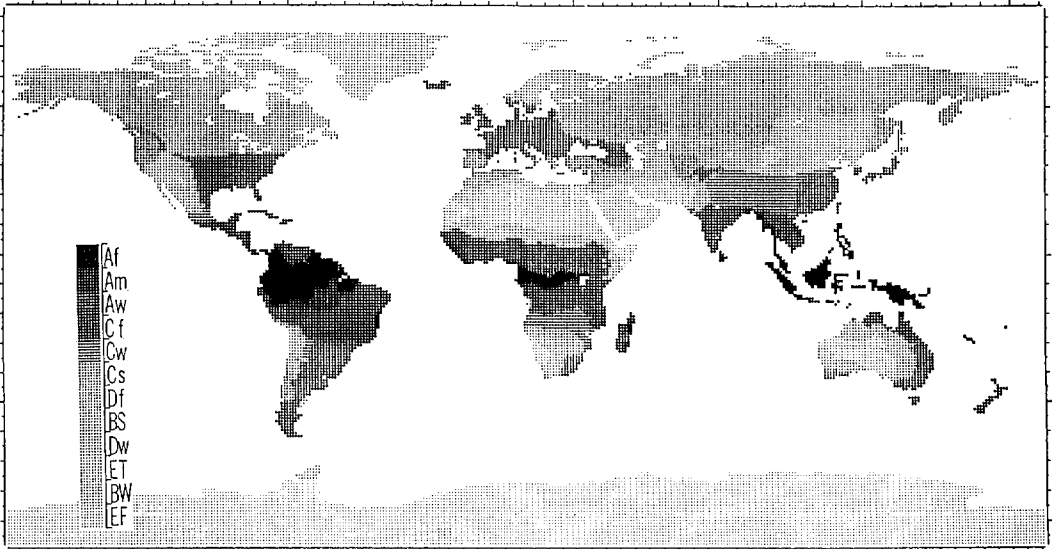


Fig. 5. Potential natural vegetation distribution expressed by the simple GNV system with Light Climatic Dataset

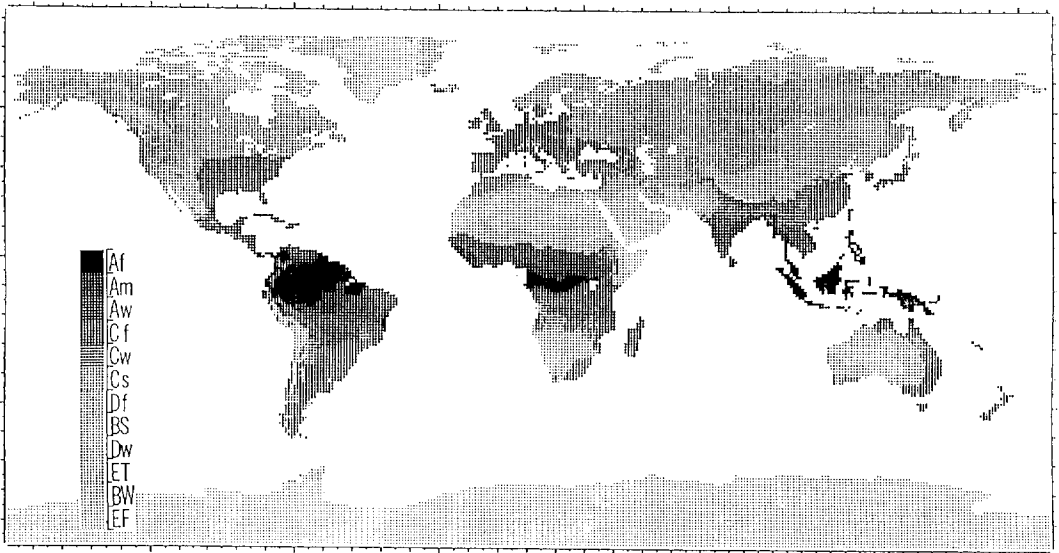


Fig. 6. Potential natural vegetation distribution expressed by the altitude-allowed GNV system with Light Climatic Dataset

적 용이한 온난한 지역에 많이 분포되어 있기 때문에, 표고를 고려하지 않은 시스템에서는 온난한 지역이 과대 평가되고, 한랭지나 사막이 과소 평가되었음을 알 수 있다. 이러한 현상은 GNV 시스템에 의한 잠재식생분포도에서도 나타난다. 예를 들어, 표고 4,000m를 넘는 티베트의 대부분

지역은 툰드라 기후형인데, 그림 6과 7의 식생도에서는 이를 나타내고 있으나, 그림 5의 식생도에서는 티벳고원이 툰드라 기후형으로 나타나야 함에도 불구하고 온대동계건조기후로 되어 있다. 이러한 결과로 부터 지형을 고려한 GNV 시스템이 단순한 GNV시스템보다 식생형을 정확하

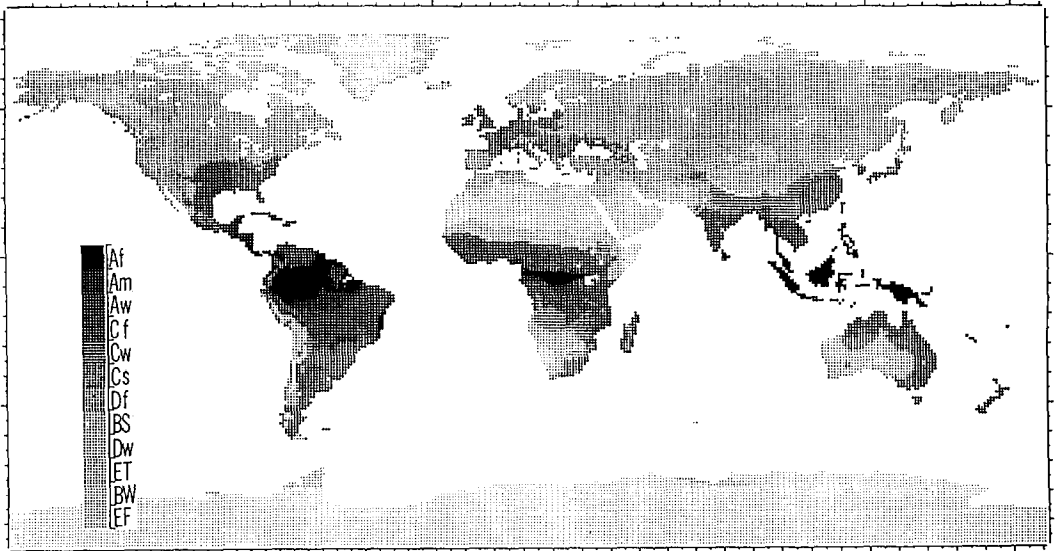


Fig. 7. Potential natural vegetation distribution expressed by the altitude-allowed GNV system with Heavy Climatic Dataset

Table 2. Areal comparison of vegetation type between estimates by global natural vegetation mapping (GNVM) system (G ha)

Vegetation/climate type	GNVM system		
	Simple	Altitude - allowed	
	Light Climatic	Dataset	Heavy Climatic Dataset
Tropical forest(Af)	0.86	0.83	0.79
Tropical monsoon forest(Am)	0.47	0.45	0.56
Savanna(Aw)	1.88	1.84	1.82
Dessert(BW)	1.49	1.42	1.37
Steppe(BS)	1.96	1.70	1.71
Mediterranean vegetation(Cs)	0.50	0.45	0.53
Broad-leaved forest(Cf)	1.70	1.64	1.77
Dry or mixed forest(Cw)	0.72	0.55	0.57
Coniferous forest(Df)	3.04	2.99	2.91
Coniferous forest(Dw)	0.44	0.50	0.35
Tundra(ET)	0.60	1.13	1.14
Ice(EF)	1.39	1.55	1.53
Total	15.05	15.05	15.05

계 표현하고 있다고 할 수 있다.

각각의 기상 데이터셋에 따른 3종류의 GNV의 결과에서는, 표고를 고려했을 때처럼 현저한 차이는 나타나지 않는다. 위에서 설명한 것과 같이 측후소의 수가 작고 주위의 영향을 받기 쉬운 사막기후에서도 주위의 온대지역의 측후소의 수가 많음으로 인하여 습윤한 기후로 나타나고 있다. HCD에 지형을 고려한 GNV시스템의 결

과(그림 7)에서 오스트레일리아가 전형적으로 나타나고 있는데, 동부의 습윤지역에 있는 측후소의 영향이 대륙의 중심부의 건조지역까지 미치고 있다. 또한, HCD를 이용한 GNV시스템은 Great Victoria사막과 Gibbson사막에서도 건조대를 나타내는 지역을 보다 작게 나타내며, 그 북부지역을 온대나 열대로 표시하고 있다. 그러나 LCD에 지형을 고려한 GNV시스템의 결과(그



**Table 3.** Comparison of two estimates of the global land area(Gha) with that of the National Astronomical Observatory(1994)

Sources	Global land area		
	Totals	Differences	
		Abs.	%
National Astronomical Observatory(1994)	14.89		
Objects of comparison	GNVN system	15.05	0.16 1.07
	Emanuel et al.(1985b)	14.59#	-0.30 -2.01

The total land area in # was estimated by summing up the land area(13.14 Gha) between 80N and 60S latitude(Emanuel et al., 1985b) and the other land areas(1.45 Gha) from the National Astronomical Observatory(1994).

림 6)에서는 이 지역들을 건조대로 나타내고 있다. 위와는 반대로 HCD를 사용하므로써 온대지역이 너무 크게 나타난 지역이 발견된다. 특히, 북아메리카 대륙에서 현저하고, 유럽, 중국, 오스트레일리아, 아르헨티나에서도 그와 비슷한 경향이 보인다. 이는 너무 많은 측후소의 과밀분포로 인해 지역적 뿐만아니라, 세계적으로도 온대의 증가와 건조대의 감소가 나타남으로서 GNVN의 정도가 떨어짐을 시사하고 있다.

한편, GNVN 시스템에 의해 산출된 잠재자연식생면적을 다른 연구결과와 비교하는 것은, 채용한 식생구분법에 따라서 식생구분의 정의가 다르기 때문에 매우 어렵다. 따라서, GNVN 시스템에 의해 추정된 전구의 육지면적을 理科年表(國立天文臺, 1994)에 보고된 결과와 Emanuel *et al.*(1985b)에 의해 추정된 그 면적을 비교하였다(표 3). 理科年表에서는 전구의 육지면적을 148.9억ha로 보고하고 있는데 반해, GNVN 시스템은 150.5억ha, Emanuel *et al.*은 145.9억ha로 추정하고 있다. 이 차이는 GNVN 시스템에서 1.07%, Emanuel *et al.*에서 2.01%로 나타난다. GNVN 시스템에서 발생하는 차이는 현 시스템내에 구축된 數值地形圖에 더욱 세부적인 호수와 강이 入力되어 있지 않음으로 인하여 水域이 陸域으로 계산되었기 때문이라고 사료된다. 비록, GNVN 시스템이 전구의 육지면적을 추정하는데 있어 理科年表와는 1.6억ha의 차이가 있으나, Emanuel *et al.*의 모델보다 합리적임을 알 수 있다.

**結 論**

地球上의 潛在的 森林面積을 추정하기 위한 일련의 단계로서, 적합한 식생도 제작(Global Nat-

ural Vegetation Mapping, GNVN) 시스템을 선별하기 위해, Light Climatic Dataset(LCD)에 지형을 고려하지 않은 단순 시스템, LCD에 지형을 고려한 시스템, Heavy Climatic Dataset(HCD)에 지형을 고려한 시스템을 구축하고, 이들을 상호비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. LCD에 지형을 고려한 GNVN 시스템이 잠재자연식생의 분포를 가장 잘 표현한다.
2. 단순시스템과 지형을 고려한 시스템간에 있어서, 단순시스템은 지형을 고려한 시스템에 비해 온난한 지역을 과대평가 하고, 한랭지 및 사막지역을 과소평가하는 경향이 나타난다.
3. 측후소의 수에 따른 시스템간의 비교에 있어서, HCD에 지형을 고려한 시스템이 측후소의 과밀분포로 인해 LCD에 지형을 고려한 시스템보다 습윤지역의 과대평가와 건조지역의 과소평가를 나타낸다.

현재의 결과로부터 측후소의 수를 늘린다고 해서 반드시 정도가 높은 식생도를 얻을 수 있다고 할 수 없을 것이나, HCD에 수록된 측후소가운데 지역에 따라 밀집된 측후소를 고르게 분포되도록 그 수를 삭제하고, 그 삭제된 데이터에 의한 최적의 파라메타를 적용시킨다면, 보다 나은 식생도가 얻어질 수 있을 것으로 판단된다.

**引用 文 獻**

1. 野村正七. 1983. 地圖投影法. (財) 日本地圖センター, 東京. xvi+447p.
2. 國立天文臺. 1994. 理科年表. 丸善, 東京. 1042p.
3. 東京天文臺. 1985. 理科年表. 丸善, 東京. 968p.
4. 萩原 幸男. 1982. 測地學入門. 東京大學出

- 版. xii+205p.
5. ВОЕННО-МОРСКОЙ ФЛОТ. 1980. РЕЛЬЕФ ДНА МИР ОВОГО ОКЕАНА. СССР.
  6. Cha, G.S. and K. Ochiai. Development of the optimum spherical interpolation method for estimating the potential natural vegetation distribution of the globe. Submitted.
  7. Cramer, W.P. and R. Leemans. 1993. Assessing impacts of climate change on vegetation using climate classification systems. Pages 190-217 in A.M. Solomon and H.H. Shugart, eds. *Vegetation dynamics and global change*. Chapman and Hall, New York.
  8. Emanuel, W.R., H.H. Shugart and M.P. Stevenson. 1985a. Climate change and the broad-scale distribution of terrestrial ecosystem complexes. *Climatic Change*, 7 : 29-43.
  9. Emanuel, W.R., H.H. Shugart and M.P. Stevenson. 1985b. Response of comment : Climate change and the broad-scale distribution of terrestrial ecosystem complexes. *Climatic Change*, 7 : 457-460.
  10. FAO. 1981. *Forest resources of tropical Asia*. FAO, Roma. ix + 475p.
  11. FAO. 1982. *Tropical forest resources*. FAO, Roma. xi + 106p.
  12. Gütter, P.J. and J.E. Kutzbach. 1990. A modified Köppen classification applied to model simulations of glacial and interglacial climates. *Climatic Change*, 16 : 193-215.
  13. Lamb, H.H. 1972. *Climate : Present, Past and Future*. Methuen CO. Ltd., London. pp.498-500, 511-521.
  14. Mercado, J.L. 1991. FAO statement to the 8th biennial convention of the Asian association of agricultural colleges and universities. AAACU. 7p.
  15. Müller, M.J. 1982. *Selective climatic data for a global set of standard stations for vegetation science*. Dr. W. Junk Publishers, London. 306p.
  16. Robinson, J., S. Brush, I. Douglas, T.E. Graedel, D. Graetz, W. Hodge, D. Liverman, J. Melillo, R. Moss, A. Naumov, G. Njiru, J. Penner, P. Rogers, V. Ruttan and J. Sturdevant. 1994. *Land-use and land-cover projections : Report of working group C*. Pages 324-340 in W.B. Meyer and B.L. Turner II, eds. *Change in land use and land cover : A global perspective*. Cambridge University Press, UK.
  17. Shugart, H.H. 1990. Using ecosystem models to assess potential consequences of global climatic change. *Trends Ecol. Evol.*, 5 : 303-307.
  18. WeatherDisc Associates, Inc. 1990. *World WeatherDisc*.