

## 地球気候変動に対する地生態系の応答

### Geoecosystem Response to Global Climate Change in Mid-latitude Mountain Regions

大森博雄\*, 鈴木木和夫\*\*, 古田公人\*\*, 八木久義\*\*

Hiroo OHMORI \*, Kazuo SUZUKI \*\*, Kimifto FURUTA \*\*, Hisayoshi YAGI \*\*

\*東京大学大学院新領域創成科学研究科 \*\*東京大学大学院農学生命科学研究科

\*, \*\* University of Tokyo

Vegetation on high mountain regions in mid-latitude is sensitive to climate change. Each of vegetation community on high altitude is markedly changeable according to global climate change and the vegetation change has reverse effects on hydrology and geomorphology through a feedback system of geoecosystem. Evaluating the presently suspected warming impacts on the earth surface is among the most important studies on environmental change. Experimental observation of changes in vegetation with climate is an essential technique to clarify their response to climate change. This experimental research was started in June, 1997 at a site (2,780 m) on the side of Mt. Norikura (3,026 m a.s.l.), central Japan, whose environment is markedly severe for vegetation growth. 5 open-top chambers, which are small greenhouse with 85 cm in diameter and 30 cm in height, were set there. Each of them was stood over plant communities such as small woody plants and herbaceous vegetation such as *Arctous*, *Oxytropis*, *Vaccinium*, *Potentilla*, *Diapensia* and others. At places inside and outside of the chambers, seasonal changes in vegetation growth were observed every 4-week. Some climate elements such as air temperature, ground temperature and rainfall have been observed every hour. As main studies, plant growth rate, phenological studies, biomass, and changing plant territory were examined. Some results through the observation years were quite remarkable. The mean temperature at vegetation height in open-top chambers was approximately 0.5°C higher than that of the outside. Plants' growth rate and phenological changes were affected by such small temperature enhancement.

#### 1. 研究目的

人間活動による地球規模での気候変化は低緯度地域の砂漠化から高緯度地域の永久凍土の融解など、赤道から極地にかけて地域的多様性をもって現れている。しかし、世界のそれぞれの地域で気候変化がどの様に発現し、それが自然の生態系にどの様に影響しているかの実態調査とそれにもとづく将来予測に関する研究は極めて貧弱である。特に、世界の人口と都市の大半が位置する中緯度地域の地域気候の変化と生態系に対する影響についての理解は、人類のこれからの生活の指針を考える上で重要であるにもかかわらず、実態調査すら不十分であるというのが実情である。本研究では気候変化が顕著に現れる中緯度山岳地域を調査地域に設定し、過去の気候変化に伴う地形・植生の変化を検討するとともに、継続的観測によって現今の気候変

化を把握するとともに、植生、地形、土壌、陸水の継続的観測によって、気候変化に対する地生態系の応答を解明する。本研究の特徴の一つは高山域の植生の上に直径 85cm、高さ 30cm のプラスチック製のオープントップチャンバー（蓋がないミニ温室）を設置し、チャンバーによる昇温効果を実験的に創出し、チャンバー内・外での気温、地温や植物相を観測・計測し、昇温に対する植生の応答を実験的に検証することである。特に、自然の植物社会は自然の中で競争し、それぞれの生きている場所を確保している。それゆえ、自然野外での実験・観察を通して、「温暖化によって、それぞれの植物がどのような競争を展開するか」を捉えることが生態系の変化の見通しが立てる上で肝要であると考え、本研究を計画・遂行した。

## 2. 研究経過

### 2. 1. 実験地の概要

1997年6月の雪開け以降、中部山岳・乗鞍岳(3,026 m)の海拔2,780 mの地点に実験地を設け、自動観測機器による気象観測および上記の試験地およびその周辺域での植物の現存量、成長量、季節変化等の調査を行った。

実験地は高山帯に位置し、ハイマツ林が広がっている。ハイマツ林の間には高山植生が植物社会をつくっている(図1a)。実験地の月平均最高気温は10°C(8月)、月平均最低気温は-15°C(1月)、年平均気温は-3°Cである。

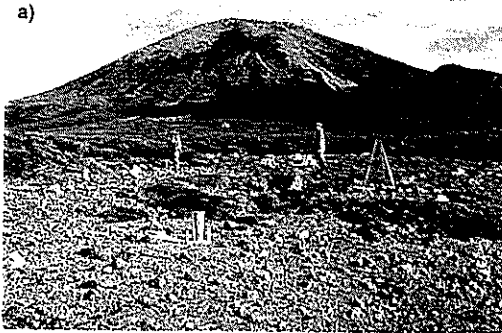


図1a 乗鞍岳実験地

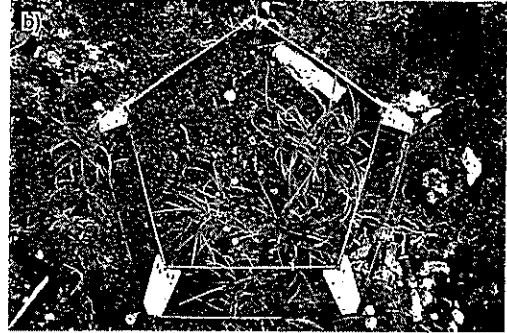


図1b オープントップチャンバー(OTC)

### 2. 2. 実験方法

高山植物群落の上に、底直径85 cm、高さ30 cmほどのプラスチックでできた五角形のオープントップチャンバー(OTC)と呼ぶ底および屋根なしのミニ温室を設置した(図1b)。オープントップチャンバーは5基設置し、それらの内部に生育する樹木や草にラベルを付け、

2週間から4週間ごとに成長量や花の付き方、実のなり方、紅葉、落葉の時期などを観察・計測した。また、小型のセンサーで植生高の気温や地温なども1時間ごとに自動計測した。オープントップチャンバーのすぐ外側でも植物や気象について同じ測定をした。

## 3. 研究成果

### 3. 1. 気温変化

#### 3. 1. 1. 気温変化

図2に植生高(地上5 cm)の気温の5日間の移動平均の変化を示した。図2aがオープントップチャンバー(OTC)内、図2bが外側の自然状態の気温である。6月下旬の春の雪が融けてから、10月初旬の秋の初雪の間の気温の変化で、日最高気温、日最低気温、日平均気温を示

した。自然状態では、平均気温は6月下旬の雪が融けた頃には10°Cを示し、8月中旬から下旬に15°Cに達し、9月の中旬から急に気温が低くなり、10月になると0°C前後になる。その後初雪が降り、それ以降、植物は積雪に覆われる。

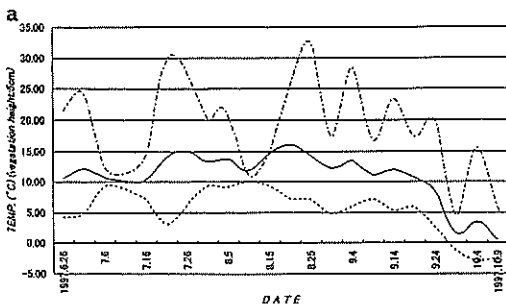


図2a OTC内の植生高の気温変化

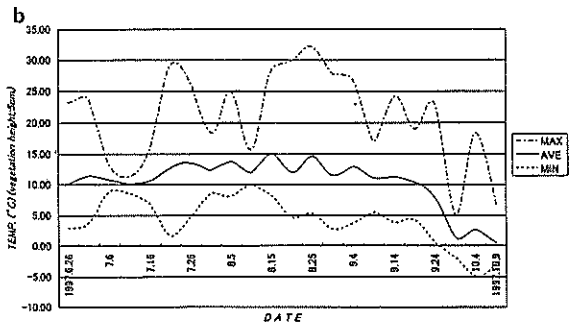


図2b OTC外の植生高の気温変化

オープントップチャンバーの内と外の気温の差は、オープントップチャンバー内の方が約

0.5℃高くなったことを示した(図3)。

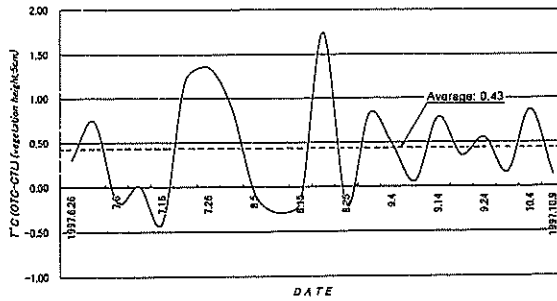


図3 OTCの内側と外側の植生高の気温差

### 3. 1. 2. 地温変化

地下3cmの地温についても同様の観測を行った。その結果、オープントップチャンバーの

内外の地温の差は、オープントップチャンバー内が平均約0.35℃高いことを示した(図4)。

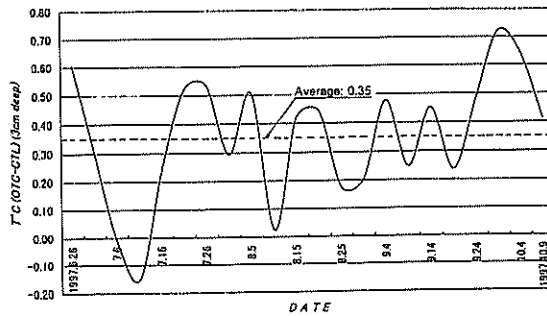


図4 OTCの内側と外側の地下3cmの地温差

### 3. 2. 植生変化

#### 3. 2. 1. 植物成長量

図5aに木本のガンコーラン(*Empetrum nigrum*)の、図5bには草本のスゲ(*Carex*

*scrita*)の成長量の変化を示す。

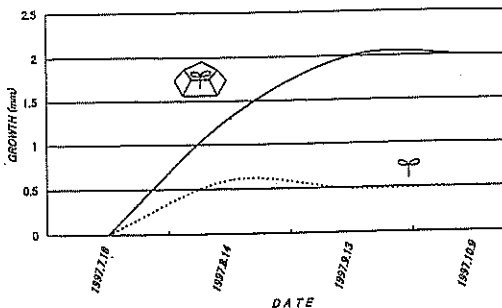


図5a ガンコーランの成長量変化

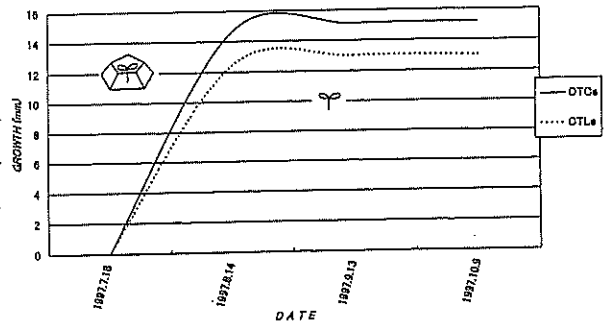


図5b スゲの成長量変化

ガンコーランは樹高は10から20cm内外の樹木である。実線がチャンバー内の、点線が外側(対照区)の成長量を示す。外側のガンコー

ランは7月から8月にかけて約0.5mm伸びたが、そこで生育は止まった。チャンバー内では、7月から9月中旬まで成長し、約2mm伸び、

オープントップチャンバー内の方が成長の良いことを示した。草本のスゲ(*Carex scirpa*)も、

ガンコーランと同様、オープントップチャンバー内の方が成長量の大きいことを示した。

### 3. 2. 2. 季節変化

図 5a にはスゲ、図 5b ガンコーランの開花や紅葉の時期を示した。上段がオープントップチャンバー内、下段が外側の状態を示す。

6 月初旬にはほぼ同様な状態であったが、中旬になると、チャンバー内は若葉が繁茂し、7 月には開花が始まり、8 月に結実する。9 月

から 10 月にかけて、外側の葉は枯れるが、チャンバー内では、赤い葉や緑の葉が残っている。10 月の中旬になると、チャンバー内も枯れてしまう。結局、オープントップチャンバー内の方が開花は早く、紅葉や落葉は 1~2 週間遅れ、種子生産も良いことを示した。

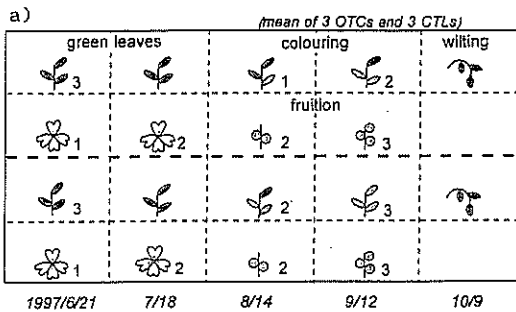


図 5a ガンコーランの季節変化

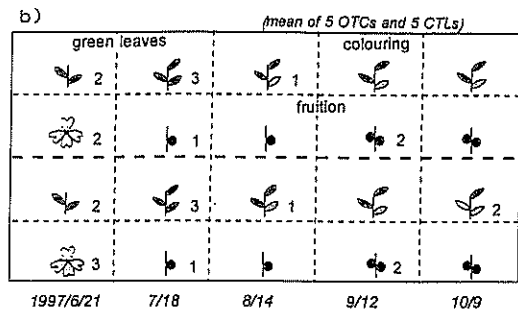


図 5b スゲの季節変化

### 4. 今後の課題と発展

以上のように、温暖化実験によると、高々 0.5 °C 程度の気温上昇でも樹木も草本も温暖化によって生育が良くなり、生育期間も長くなり、季節変化も大きく変わることがわかった。しかし、「どの植物が分布域を広げ、どの植物は逆に分布域を狭められるか」ということに関しては、実験期間が短いため、その判定を出せ

るほどの違いは出なかった。「ミネズオウという樹木は衰退して、ガンコウランという樹木が分布域を広げるとか、スゲのたぐいが繁茂して、逆にイネ科の植物が減衰する」といったことが憶測されるが、想像の域を出ない。長期間の実験によって、植生の交替の実態が把握できるものと予想され、現在も実験を継続している。

### 5. 発表論文リスト

- 1) Iguchi, J. H., Ohmori, H., Ohmura, A., Suzuki, K., Furuta, K., Yagi, H., Ohta, T., Nakashinden, I., Kimura, K. and Sugai, T. (1998): Experimental research on ecological changes, due to climate warming at a high mountain in Japan. *J. Environ. Res. Snowy Cold Reg.*, 4, 49-59.
- 2) Ohmori, H., Suzuki, K., Furuta, K., Yagi, H. and Ohmura, A. (1998): Geocosystem response to global climate change in mid-latitude mountain regions. *Alliance for Global Sustainability of MIT-ETH-UT, The University of Tokyo*, p.12.
- 3) 大森博雄 (1998): 気候変動と生態系変化。「知の協演シンポジウム: 水惑星地球の未来 I」予稿集、日産科学振興財団、5-6.

- 4) 大森博雄: 地球温暖化に対する地生態系の応答—気候変動と植生変化。第 3 回 AGS (UT-MIT-ETH) ワークショップ 要旨集、1-3.
- 5) Ohmori, H. and Yanagimachi, O. (1998): Temperature changes during the Hypsithermal in Japan estimated from vegetation changes. *Bull. Dept. Geogr., Univ. Tokyo*, 30, 1-16.
- 6) Iguchi, J. H., Ohmori, H., Ohmura, A., Suzuki, K., Furuta, K., Yagi, H., Ohta, T., Nakashinden, I., Kimura, K. and Sugai, T. (1998): Experimental studies on vegetation changes due to climate warming at the side of Mt. Norikura, central Japan - A preliminary report-. *Bull. Dept. Geogr., Univ. Tokyo*, 30, 17-26.