

## 論文の内容の要旨

論文題目    Experimental Research on Vegetation Changes due to Climate  
Warming at a High Mountain, Central Japan

(中部日本の高山地域における温暖化による植生変化の実験的研究)

氏    名    井 口 博 貴

20 世紀後半は飛躍的な科学技術の発達とともに工業化が急速に進み、多くの環境破壊が生み出されていった。そしてそれらは地域環境にとどまらず地球環境全体へと今もなお着実に進行している。地球温暖化はこれらの地球環境問題の一つであり、過去 150 年で約 1°C の上昇が観測されている。その上昇曲線は大気中の CO<sub>2</sub> 濃度の上昇と類似しており、温暖化防止対策として、CO<sub>2</sub> 削減が国際的に取り組まれている。また一方では、気候変動の予測の研究や温暖化に起因する海面上昇による海岸線等の変化の研究等は積極的に行われている。しかし温暖化が生物、特に植物界にどのような影響を及ぼしているのかの調査研究は必ずしも多くはなく、植生変化に関する研究は貧弱であると言える。すなわち 1960 年代から北欧を中心として温暖化による植生変化の研究が進められ、1990 年に入って ITEX (The International Tundra Experiment) が開始されたが、もっとも人口が集中している中緯度地域での実験・研究は殆ど行われていない。中緯度地域の研究は主として日本において行われているが、これらを含めて実験・研究の殆どは植物季節変化 (Phenology) にとどまり、成長量の種間の差異や、植物群落としての植物現存量および植物群落の遷移の研究は未開拓の分野である。本研究では中緯度地方において、植物群落の一部を人為的に温暖化させ、①成長量 (Vegetation growth) ②植物季節 (Phenology) ③植物現存量 (Biomass) ④植物群落 (Plant community) の変化をみようとした。実験は日本の中部山岳の乗鞍岳の高山域 (2,780m) で 4 年間にわたって行った。実験方法、実験結果及び得られた知見は以下のようにまとめられる。

## 1. 実験方法

高山植物を実験対象とした。これは樹高及び草丈は矮少ではあるが、植物社会としての成熟した群落を成立させていること、さらに小型の昇温設備ですみ、かつ、測定が容易である、などの利点からである。昇温設備はプラスチック製の天蓋のない小型温室（OTC：Open Top Chamber - ITEX 規格）とし、これを5基、対象植物群落上に設置、それぞれに近接した場所に対照区（CTRL）5ヶ所を設定した（Fig 1）。測定項目は主として 1. 植物高気温及び地温 2. 成長量（Vegetation growth） 3. 植物季節変化（Phenology） 4. 植物現存量（Biomass） 5. 植物群落（Plant community）の変化とし、OTC と CTRL との差異を分析した。実験・計測は雪明け（6月上旬）から初雪（9月下旬）の植生の生育期間に行った。



Fig 1 OTC (Open Top Chamber)

## 2. OTC の昇温

OTC 及び CTRL 内でそれぞれ植生高気温（地上 5cm）、地温（地下 3cm）を測定した。4年間の昇温の平均値は植生高気温で 0.65 °C、地温で 0.28 °Cであった。北極圏で行われている温暖化実験と比較して、昇温量が小さい。これは夏期間の北極地方の昼間時間が中緯度地方より長いこと、北極圏での実験場所は多くが低地の草原、沼沢地及び半砂漠地帯であること、さらに、夏季の天候が良いことなどに帰因すると推察される。

## 3. 植生成長量（Vegetation growth）

植生成長量は木本3種、草本1種の合計4種について計測した。選定した種はミヤマアシボソスゲ (*Carex scita* / 落葉性多年草)、ガンコウラン (*Empetrum nigrum* / 常緑性小低木)、ミネズオウ (*Loiseleruia procumbens* / 常緑性小低木)、コケモモ (*Vaccinium vitis-idaea* / 常緑性小低木)で、これらは植物群落構成上の優占種である。測定は3ないし4週間おきに行い種ごとに数本から15本測定し、その平均値を用いて OTC と CTRL の比較を行った。その結果、

1. 昇温による効果は早春から夏にかけて顕著であった。
2. 成長に対する昇温効果は種によって異なった。すなわち草本であるミヤマアシボソスゲは昇温により大きな成長量を示した。木本ではミネズオウが顕著に成長量を増加させ、次いでガンコウランであった。また、コケモモは昇温に対して顕著な反応

を示さず、対照区の成長量が OTC での成長量を上回る場合も見られた。これによりコケモモは昇温に対して不安定な反応を示す種と考えられる。

#### 4. 植物季節変化 (Phenology)

Phenology については成長量を測定した種に加えチングル (*Sieversia pentapetala* / 落葉性多年草) およびコイワカガミ (*Schizocodon soldane-lloides f. alpinus* / 落葉性小低木) をも観測した。その結果、1℃以下の昇温でもほぼ全種を通し植物の活性化が見られ、紅葉期が遅れることが観測された。即ち一部の例外をのぞき昇温効果は光合成機能を高めることによって紅葉期を遅らせる効果があると考えられる。

#### 5. 植物現存量 (Biomass)

植物現存量 (乾燥重量) は OTC と CTRL の間で有意な差は見られなかった。貧栄養状態の土地では、一定面積の植生の全成長量は土地の栄養状態によって規定されていることが知られている。当該実験地においては、自然状態 (CTRL) において、各植物は土地の栄養状態に対応した極相の状態にあると判断される。優占種であるミネズオウやガンコウランそしてミヤマアシボソグが OTC でより大きい成長量を示したのは、特定の種への栄養が集中した為と推定される。

#### 6. 植物群落 (Plant community) 変化

優占種であるミネズオウとガンコウランの内、ミネズオウは群落を拡大したが、ガンコウランは群落を縮小した (Fig 2)。すなわちミネズオウは成長量が大きく、かつ、匍匐性が高く、結果として、樹冠の拡大が顕著であった。これに対してガンコウランは1997-1999年の間は OTC 内での成長量が CTRL での成長量を上回ったが、2000年には CTRL との間で有意な差は見られなかった。この結果から、ミネズオウのように昇温により成長が加速され、かつ、樹冠を拡大させる形で成長する樹種が繁茂する形で植生変化が進行すると予測される。

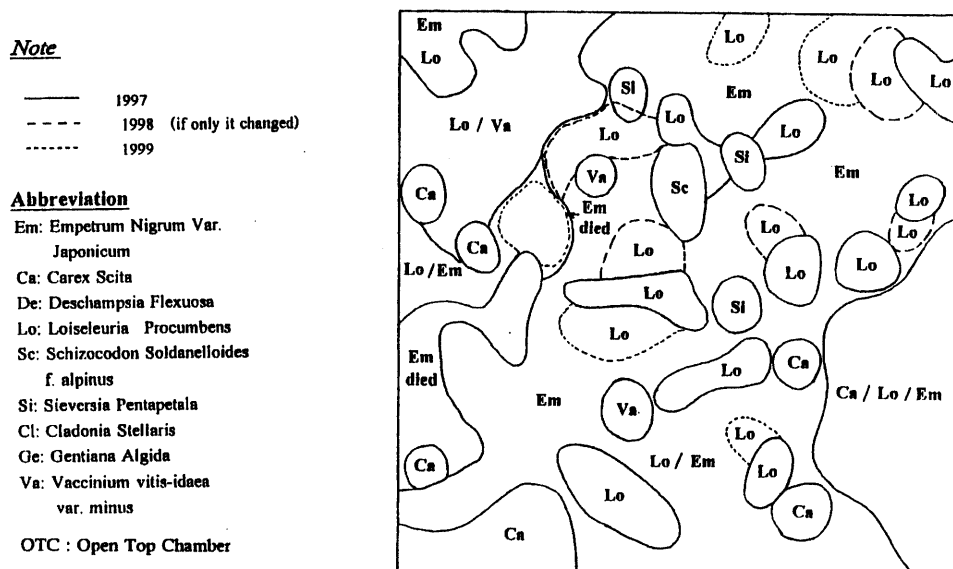


Fig 2 Change of a plant community (OTC-B)  
 (2,780 a.s.l. Japan)

## 7. 今後の課題

当研究では人為的昇温による植生の変化を要素別に計測・観測した。昇温に対する植物の反応は種によって異なり、特定の種が繁茂・拡大していくことが明らかとなった。しかし、どのような性格をもった種が生理活性を高めるか、及びその生理活性の特徴については今後の課題として残された。特に群落構造の変化の研究のように長期間を必要とするものもあり明確な結論を得る為には、今後も同様な実験を継続する必要があると考える。