

温暖化実験装置についての報告

金井隆治・正木大祐 菅平高原実験センター

概要: 昨年度、Open Top Chamber方式の温暖化実験装置(以下:OTC)を開発し、信州大学西駒演習林に10基、菅平高原実験センターススキ草原に5基設置した。本年度、2011年7月初旬と9月下旬にOTCの状態確認とメンテナンスのために西駒演習林に行き、作業を行った。西駒演習林およびススキ草原でのOTCのメンテナンスの様子とOTCの効果を報告する。

背景: 温度感受性の高い山岳森林限界周辺における温暖化実験は、地球温暖化が生物多様性や物質循環に与える影響を調査するために重要な実験である。そのため昨年度、OTCの開発と西駒演習林および当センターススキ草原への設置を依頼され、無事終了した。本年度、西駒演習林に設置したOTCの越冬後の状況確認と翌冬への対策のためOTCを改良する必要があった。

I OTCの開発および設置 ※詳細は2010年度技術報告

① 実験地

信州大学西駒演習林
(将基ノ頭直下標高2600m付近)



図1 西駒演習林の位置



図2 温暖化装置を設置した場所

② 温暖化装置の開発・改良



図3 試作1号基

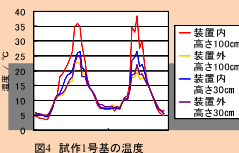


図4 試作1号基の温度

天井がなくても温暖化する

改良した点

- ・支柱の工夫(地上部と地下部の分割)
- ・小型化(105×105×210cm)
- ・雪圧への対応(OTCを傾ける)
- ・ポリカーボネート製波板の使用
- ・チムニー効果※1の軽減(接地部に隙間)
- ・手順の検討

※1 煙突状の物体の中で起こる熱対流。温暖化実験装置の場合、夜間温度が下がる。



図5 西駒演習林に設置した
通年温暖用のOTC

II 越冬後の状態: 雪による被害(2011年7月時の状況とその対応)

① 通年温暖用OTC



図6 倒壊していたOTC(図5のOTC)

倒壊(原因: 不明)
支柱が曲がり、アンカーも抜け、ボルト・フックボルト・波板も脱落。張り綱も切断。

撤去



図7 落雪の被害を受けたOTC

上部が損傷(原因: 樹上からの落雪)
落雪のため上部が破損。張り綱切断。

修理道具がないため現状維持



図8 ボルトが脱落したOTC

ボルト類が脱落(原因: 強風による振動)
ボルト・フックボルトが脱落、梁・波板が一部脱落。張り綱の切断。

予備の部品を使用し復旧

通年温暖用OTCまとめ:

5基中4基のOTCが生き残った。波板が強風に煽られて振動した結果、ボルト・ナットが脱落していた。またフックボルトが破損していた場所もあった。落雪による破損は予想外だった。曲がってしまった支柱の修復方法が課題。

② 夏季温暖用OTC



図9 上部が壊れたOTC

上部が損傷(原因: 樹上からの落雪)
上部の歪みが激しく、下部にも歪み。

歪みが大きいため波板装着せず



図10 雪の影響で歪んだOTC①

全体的に少し歪み(原因: 雪圧)
上部の支柱が沈下、全体的に斜面下側にずれる。

波板装着



図11 雪の影響で歪んだOTC②

全体的に少し歪み(原因: 雪圧)
上部の支柱が沈下、全体的に斜面下側にずれる。

波板装着

夏季温暖用OTCまとめ:

5基中3基のOTCに波板を装着した。フレームのみのため積雪の影響はないと考えていたが、雪圧は想像以上であった。多くのOTCが斜面下側に全体的にずれていた。2基については今後修復していく。雪圧への対策が課題。

III OTCの改良: 風雪害への対策

① ボルトの脱落

原因: 風

- 対策①ボルトが緩まないように固定する
ボルト用接着剤を使用
ねじロック243(ヘンケルジャパン・神奈川)
対策②波板が煽られないように固定する
フックボルトの位置を調整(現場対応)

② ロガーフードの破損(温度ロガーの落下)

原因: 雪圧

- 対策①ロガーフードの強度を上げる
塩化ビニール製のパイプを使用
固定用の穴をあけ、白く着色
直射日光の影響を抑えるため角度を調整(図12)
対策②ロガーフードと温度ロガーを別々に固定する
ロガーフード取り付け後、ロガーを固定
ロガーとロガーフードが接触しないように調節

③ 張り綱の切断

原因: 支柱との摩擦

- 対策①支柱との結び方を変更する
支柱と擦れないように工夫(現場対応)
対策②張り綱を太くする
2芯10mm幅から3芯15mm幅に変更

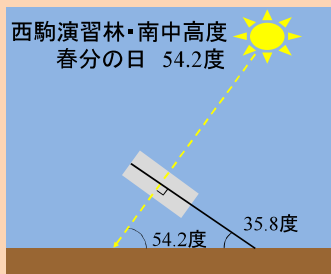


図12 西駒演習林の南中高度



図13 現場に設置したロガーフードとロガー

IV 2度目の越冬への準備:OTCのメンテナンス・修復(2011年9月)

9月28日～30日に我々2名と田中助教、信大から9名の合計12名が西駒演習林でOTCのメンテナンスと2年目の植生調査を行った。

- 主なメンテナンス内容
- ・夏季温暖用の波板の取り外し
 - ・フックボルトの付け直し
 - ・新しいロガーフードの取り付け
 - ・張り綱の交換
 - ・ボルトの締め直し
 - ・上部が破損していたOTCの修復
 - ・落雪の原因と思われる枝の剪定



図14 修復前のOTC



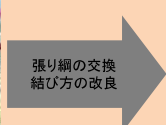
梁の交換
波板の交換



図15 修復後のOTC



図16 旧張り綱



張り綱の交換
結び方の改良



図17 新しい張り綱



図18 今年もお世話になった西駒山荘(標高2600m)



図19 交換前の ロガーフード



新しいロガーフードの
取り付け



図20 交換したロガーフード



図21 霧雨の中の植生調査の様子



図22 OTC内の様子

V 菅平高原実験センターススキ草原のOTC:被害はほとんどない

2010年11月にセンターススキ草原に設置したOTCは、西駒演習林と違い傾斜も少なく、設置の障害となる周辺の樹木や地中の岩や根もなく、西駒での設置作業で得た経験を生かして設置することができた。そのため予定通りの場所・向きに設置することができた。センターススキ草原では、風雪の影響も少ないため、破損することもなく、順調に実験が進んでいる。



図23 センターススキ草原に設置したOTC(2010年12月)



図24 センターススキ草原に設置したOTC(2012年2月)

VI OTCの効果:温暖化!?

① 西駒演習林



図25 西駒演習林・OTC内とOTC外の気温(2011年1月1日～1月31日 高さ30cm)

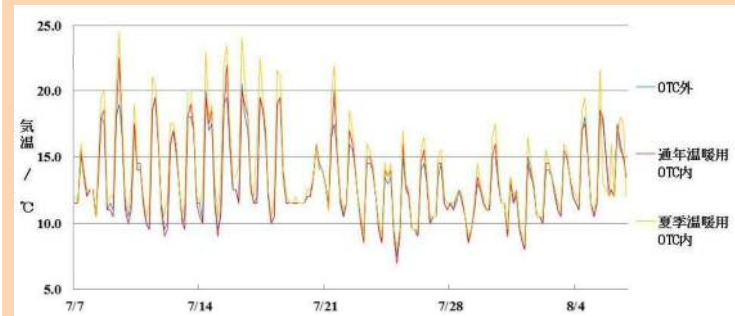


図26 西駒演習林・OTC内とOTC外の気温(2011年7月7日～8月6日 高さ30cm)

	OTC内	OTC外
冬季 最高気温	-4.5	-1.0
最低気温	-19.5	-2.0
平均気温	-9.3	-1.3
夏季 最高気温	22.5	24.5
最低気温	7.0	8.0
平均気温	13.2	13.9

図27 上記グラフの温度比較

冬季: OTC外の温度ロガーは積雪内のため気温は一定となる。OTC内の気温は外気の影響を受け、大きく変動する。
夏季: 過年用・夏季用共に効果が見える。最高気温・平均気温ともに上昇している。

② 菅平高原実験センター ススキ草原

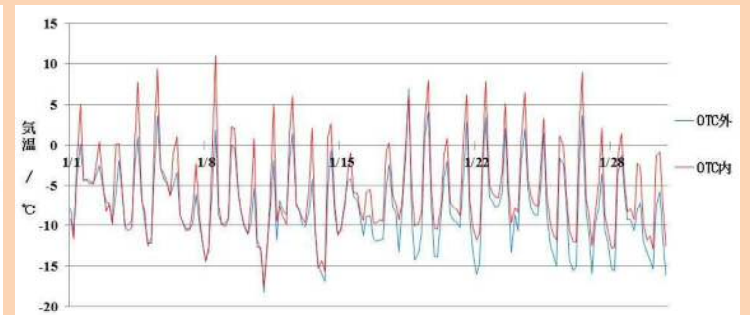


図28 センターススキ草原・OTC内とOTC外の気温(2011年1月1日～1月31日 高さ100cm)

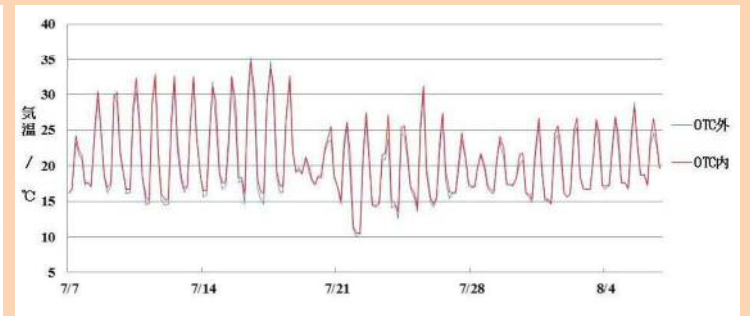


図29 センターススキ草原・OTC内とOTC外の気温(2011年7月7日～8月6日 高さ100cm)

	OTC内	OTC外
冬季 最高気温	11.0	7.0
最低気温	-17.4	-18.2
平均気温	-5.7	-7.7
夏季 最高気温	34.6	35.3
最低気温	10.5	10.0
平均気温	20.9	20.3

図30 上記グラフの温度比較

冬季: 温度ロガー設置高が100cmのため、雪に埋もれることはなかった。そのため、OTC内の方が最高気温が高くなった。
夏季: 温度ロガーが成長した草に覆われてしまうため、はっきりとした温度差を観測することはできなかった。

まとめ: 初年度、OTCの開発と信大西駒演習林の山岳森林限界部への設置を行い、生物多様性と物質循環に関する様々な追跡観測の立ち上げに貢献することができた。本年度、越冬によりOTCと温度ロガーに被害が出たため、対策を講じ、OTCとロガーの多くを復旧することができた。来年度、まだ修復できていないOTCの復旧と越冬後の状況確認が早急に行えるよう対応を検討していく。OTCによって数度の温度上昇が起きていると考えられるため、今後の追跡観測によって地球温暖化が山岳森林限界部の生態系に与える影響が解明されることを期待したい。