

白馬岳の山火事跡地のモニタリング調査について

中信森林管理署 白馬森林事務所 森林官
信州大学 山岳科学総合研究所

○有賀 茂 あるが しげる
○佐々木明彦 ささき あきひこ
高橋耕一・鈴木啓助 たかはし こういち すずき けいすけ

要旨

2009年5月9日に白馬岳の高山帯において山火事が発生しました。日本の高山帯は湿潤であるため、そこでの山火事の発生は極めて珍しく、山火事跡地で何が生じ、植生がどのように回復していくかをモニタリングすることは非常に重要です。そこで、山火事直後からの5年間に渡り、植生の回復状況と地形の変化を調査してきたのでその取組状況を報告します。

はじめに

2009年5月9日に白馬岳小雪溪上部において発生した山火事は、高山植物やハイマツ等を約0.6ha消失させ自然鎮火しました（図1）。



図1 山火事発生地点の位置

この山火事は、日本百名山であり、「花の名山」として名高い白馬岳の山頂からほど近い箇所で、ライチョウの生息地や（写真1）、高山植物が咲き乱れ（写真2～4）、高山蝶も多く見られる全国的に著名なお花畑に近接し、多数の登山者が利用する登山道の脇にあり、中部山岳国立公園特別保護地区、国の特別天然記念物「白馬連山高山植物帯」の区域内で発生したことから、貴重な自然の消失と登山道の安全確保について、関係者の懸念とともに世間からの注目も集めました。



写真1 山火事跡地に生息するライチョウ



写真2 お花畑の高山植物

ミヤマトリカブト・ミヤマアキノキリンソウ



写真3 コマクサ



写真4 コマクサ (白)

5月13日に白馬村役場において開催した関係機関による会議(写真5)では、スキーヤー・ボーダー等の入山者による出火の可能性について警察・消防等から報告があったことから山火事防止の注意喚起を関係機関で連携して対応することを確認するとともに、山火事の影響について調査する必要があるとの意見で一致しました。



写真5
白馬村役場において開催した
関係機関による会議
(2009年5月13日)

山火事発生後の関係機関の動き

| | | |
|-------------|--------|---|
| 2009年5月9日 | 13時10分 | 出火推定時刻 |
| 2009年5月9日 | 15時30分 | 鎮火時刻 |
| 2009年5月10日 | | 関係機関における会議 |
| 2009年5月11日 | | 白馬村役場、(財)白馬村振興公社現地確認のため入山 県警ヘリによる警察・消防合同調査 |
| 2009年5月13日 | | 警察・消防から火災原因について、スキーヤー等の失火報告 |
| 2009年5月26日 | | 関係行政機関における現地合同調査事前打合せ |
| 2009年6月1~2日 | | 現地合同調査(信州・専修大学、中信森林管理署、環境省、白馬村) |

6月1～2日には、山火事跡地の被害と植生回復の状況及び今後の調査内容等について把握するため、関係機関と学識経験者による合同調査を実施しました（写真6～9）。



写真6 焼失したハイマツ



写真7 焼失したハイマツ



写真8 焼失したハイマツの調査
(2009年6月1～2日に実施)



写真9 焼失したハイマツの調査
(2009年6月1～2日に実施)

合同調査の結果、短期的には来春までの登山道への影響は少ないとされたものの、さらなる調査分析と経過観察を行う必要がありました。そのため中信森林管理署において調査を実施することとしました。

調査の実施に当たっては、今回の山火事が高山帯での発生という点において極めて希なケースであり、様々な自然環境への影響等を調査する必要があるため、全国唯一の山岳に関する総合的な研究機関であり、当署と研究協定を締結した信州大学山岳科学総合研究所に調査を依頼して実施することとし、登山道の安全確保を含めた地形・地質、ハイマツ等の植生の回復状況、ライチョウや高山蝶への影響など各般の調査を、5カ年にわたり継続的に実施しました。

調査方法

植生の調査では、焼失ハイマツ群落、非焼失ハイマツ群落、焼失草本群落、非焼失草本群落のそれぞれに1m×6m、あるいは1m×4mの調査区を設定し（写真10）、その1m×1mのコドラートごとに、毎年夏季にそれぞれの植物の種数とその被度を記録しました。

地形の調査では、山火事延焼域に定点を設定し（図2）、目視観察を主たる方法として、地表の状況を記載してきました。また、山火事によって焼失したハイマツ群落と、その直近の非焼失ハイマツ群落に、それぞれ温度計を設置し、両者の比較にもとづいて山火事による斜面環境の変化を考察しました。

結果

はじめに植生調査の結果について述べます。

（図3）の左側のグラフは植物の種数を、右側のグラフは被度を示したものです。それぞれ、焼失したハイマツ群落、焼失していないハイマツ群落、焼失した草本群落、焼失していない草本群落と分けて示しており、それぞれの棒グラフは左から2009年、2010年、2011年、2012年、2013年のデータです。山火事直後の2009年夏季には、草本群落においては植物の種数および被度も、焼失していない草本群落と比べても大差はありません。すなわち、山火事前とほとんど変わらず草本が生長しているといえます。山火事の発生が草本類の生育期以前の春季であったことから、地上部の枯れ草は焼失したものの、地下部はほとんど影響を受けず、夏季までに新芽が出て、草本が生長したということを示すと考えられます。

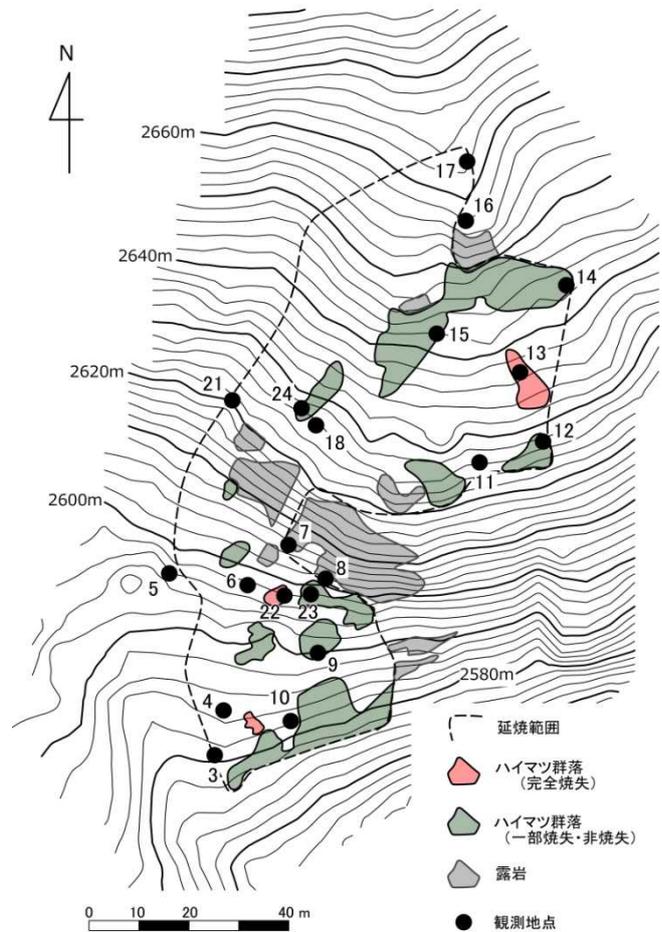


図2 山火事跡地の地形と調査地点

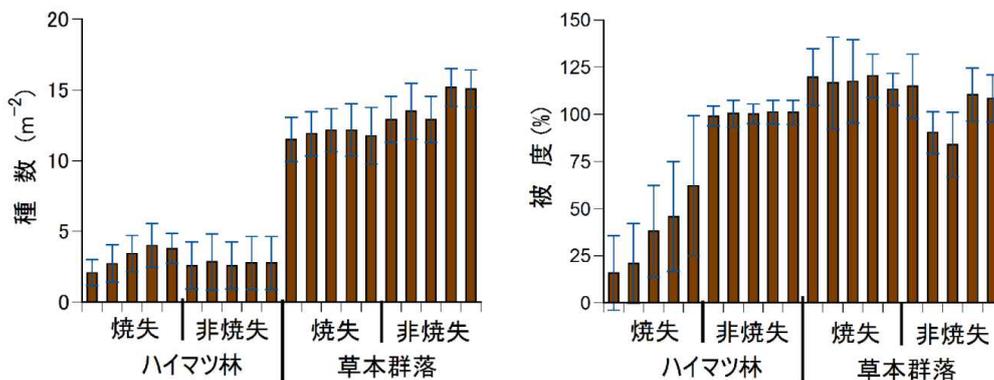


図3 2009年から2013年までの4年間の種数と被度の変化



写真 10 焼失したハイマツ群落での調査区



写真 11 焼失したハイマツ群落への草本の進入

一方、ハイマツ群落では、葉や幹が焼失し、冬芽も焼けてしまったため、山火事以降のハイマツの生長は認められていません。林床にはハイマツの実生も認められず、焼失したハイマツ群落の回復には相当な時間を要すると考えられます。ただし、2009 年以降の調査では、焼失したハイマツ群落で植物の種数と被度が年々増加していることが明らかとなりました。焼失ハイマツ群落における、2013 年夏季の植物の被度は最大 66%であり、2009 年夏季に比べ種数も増加傾向にあることが明らかとなりました。ハイマツ群落は構成種が基本的にハイマツからなり、他の植物は少ないことが特徴

ですが、山火事以降、そこで植物の種類が増えていることは、元々のハイマツ群落の周囲に生育していた草本類が焼失したハイマツ群落に進入していることを意味します。山火事後の 4 年間でハイマツは回復しておらず、そこは草本群落に置き換わりつつあるといえます（写真 11）。

次に、地形の調査結果について述べます。山火事後から 2013 年の夏まで間、地形が壊れるような変化は認められておりません。したがって、直ちに斜面が崩れるような状況には至っておりません。しかし、焼失したハイマツ群落の林床では、降雨や融雪水による地表流でリター（落葉層）の流出が徐々に始まりました（写真 12）。そこで、2011 年夏季以降、リター層の厚さを計測してきました。焼失していないハイマツ群落の林床では、リター層はハイマツの落ち葉からなり、厚さは 3~4cm あります（写真 13）。しかし焼失したハイマツ群落の林床では、当然、ハイマツの落ち葉の供給は途絶えていますから、新たなリターの堆積はありません。また、もともと存在したリターは、ハイマツの葉が焼失したことで直接日射に触れるようになりますから、乾燥化し、分解されていきます。



写真 12 焼失したハイマツ群落でのリターの流出。リターは矢印の方向に流出している。



写真13 焼失していないハイマツ群落の林床



写真14 焼失したハイマツ群落の林床

焼失したハイマツ群落のリター層の厚さは、2011年には3cm程度ありましたが、2012年には2cmほどになりました。そして、2013年夏季には0.5cmほどになり、地表が見えるようになっています（写真14）。リター層は雨滴や地表流による侵食から土層を保護する役割も果たしています。ハイマツの焼失によりリターの供給が絶たれた現在、地表は侵食を受けやすくなっていくことが予測されます（図4）。

ところで、大規模な地形の変化は生じていないものの、ハイマツ林床のリターが失われつつあるところでは土壌の侵食が見られ始めています。たとえば、リターが砂礫斜面を覆う地点13（図2）では、これまでにリターが流出し、小礫ないし中礫が3~4cm程度移動しています。大礫の周囲には流水痕が認められ、やはり最大1.5cm程度の斜面低下が生じています（図5）。こうした侵食はリターの流出に引き続いて発生しているとみられます。

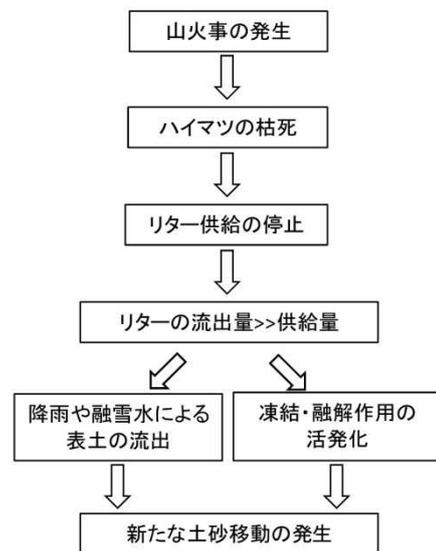


図4 予想される地表環境の変化



図5 地表状態の変化（左：2012年9月12日、右：2013年9月10日）

さて、焼失したハイマツ群落ではリターが流出しているわけですが、リターは雨滴や地表流による侵食から地表を保護するだけでなく、地温の変化をも抑制しています。リターが失われると土層の凍結融解サイクルの増加、凍結期間の延長、凍結深度の増加などが生じ、土層の凍結に関連する土砂移動プロセスが生じる可能性があります（図4）。そこで斜面の向き、傾斜、斜面表層物質が同一である焼失ハイマツ群落（地点22）と非焼失ハイマツ群落（地点23）で地温の観測を行いました。

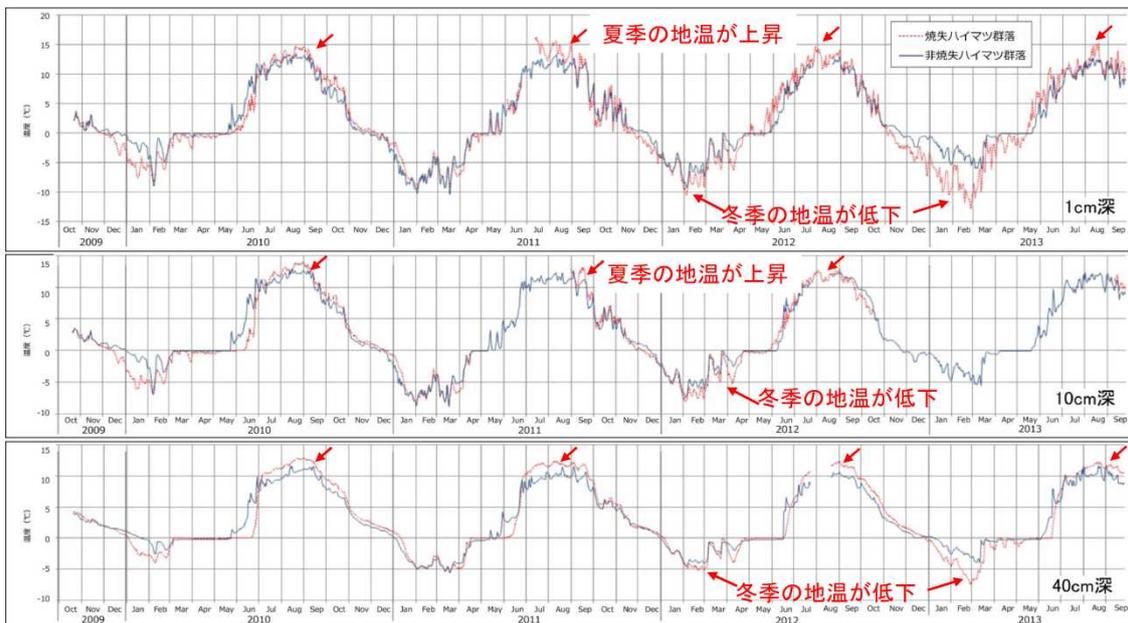


図6 ハイマツ焼失域と非焼失域での日平均地温の比較

日平均地温を比較した結果、ハイマツの焼失域では、山火事発生後から夏季の地温の昇温が顕著であり、冬季の地温低下量も焼失していないハイマツ群落のそれに比べて大きくなったことがわかります（図6）。この点から、焼失したハイマツ群落では山火事発生以降、季節凍土層の形成期間が延長されるようになったことが明確になりました。また、地温の低下はとくに2011年の10月以降顕著になっており、ハイマツの葉による外気の遮蔽効果がなくなり、なおかつ、リターによる断熱効果も減衰しつつあることを示していると考えられます。

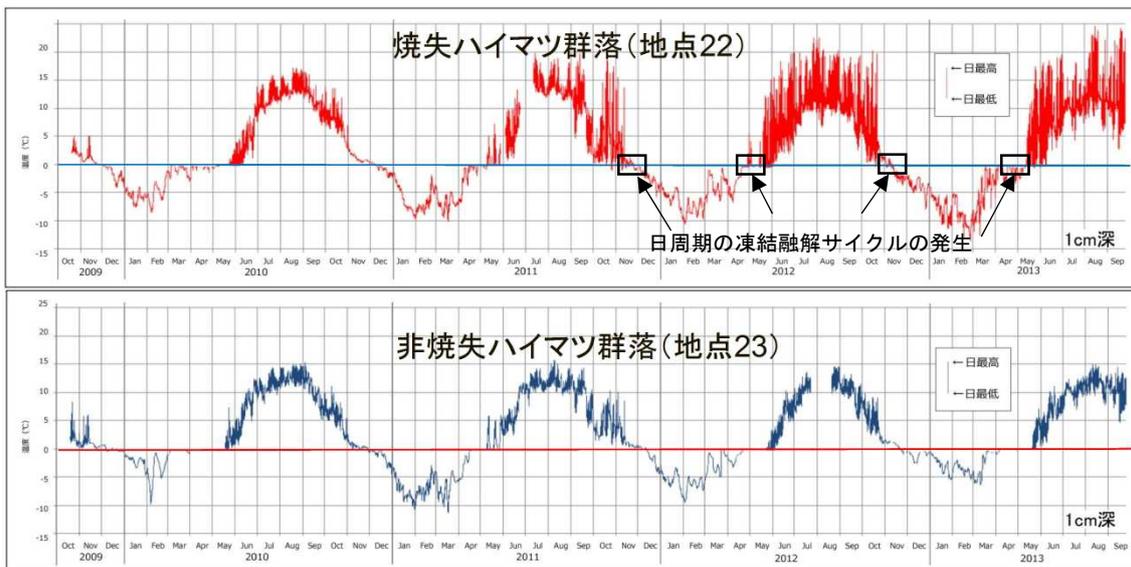


図7 ハイマツ焼失による地温の日較差の変化（1cm深での比較）

次に1cm深の地温を比較しました(図7)。1cm深地温の夏季の日較差は、焼失していないハイマツ群落に比べ、焼失したハイマツ群落で大きいことがわかります。その差は年々大きくなっており、2011年の秋以降にとくに顕著になります。また、焼失していないハイマツ群落では、1日の地温変化が夏の間はプラスの範囲で推移し、秋になって0℃をまたぎますが、そのまま氷点下になっていきます。そして、春には0℃付近から一気にプラスに転じます。これは、11月以降にこの付近に積雪がみられ、地温変化が抑制されることもあるのですが、日周期の凍結融解サイクルは基本的に生じていません。これに対し、焼失したハイマツ群落では、2009年や2010年には、1cm深地温が日周期で凍結融解することはありませんでしたが、2011年の10月～11月には積雪期間前に13回の日周期の凍結融解が生じました。2012年の10月～11月も同様で、日周期の凍結融解が11回生じました。また、2010年と2011年の雪解け後には、日周期の凍結融解は生じませんでしたが、2012年と2013年の雪解け後にはそれぞれ20回の日周期の凍結融解が生じました。これらの凍結融解サイクルの発生は、リター層の厚さが薄くなっていく時期と一致するので、リターによる断熱効果が減じたために生じたと考えられます。したがって、焼失したハイマツ群落では、今後も凍結融解サイクルが発生し、新たな土砂移動が開始される可能性が高いと考えられます。



図8 山火事後4年間の変化と今後の予測

まとめと将来予測

2009年春の山火事発生以降、植生の回復状況と地形変化について継続的な観察を実施してきました。植生については、焼失した草本群落は直ちに回復し影響はほとんど認められませんでした。ハイマツ群落への影響は甚大で、ハイマツは回復していません。しかし、ハイマツが焼失した範囲には周囲から草本が進入しつつあり、群落の構成が変化しつつあります。一方、地形については、斜面崩壊などの大きな変化はこれまで認められていません。しかし、ハイマツ焼失域では、これまでに存在したリターが地表流によって流出し、その層厚が減じています。ハイマツ林床のリターが失われつつあるところでは、2012年夏季以降に土壌の侵食が始まり、最大1.5cm程度の斜面低下が生じています。また、リターによる地表の断熱効果が減じたため、凍結融解に伴う土砂移動のポテンシャルは山火事前より明らかに増大しています。こうした地形変化にともなって今後、焼失したハイマツ群落では裸地化が進行する可能性があります(図8)。しかし、焼失したハイマツ群落では、草本の進入が斜面安定の方向に効果を果たす可能性はありえますので、今後ともモニタリングを継続し、状況を見極めていくべきと考えます。

おわりに

調査結果については、今後のより良い国有林の管理経営に活かすとともに、関係機関の業務などにも活用していただきたいと考えています。また、貴重な動植物を保護するために今後ともグリーンパトロール、グリーンサポートスタッフ、関係機関との連携による山火事防止、高山動植物保護等のパトロールを実施する必要があります。今後の山火事跡地の復旧と、これを教訓として関係機関連携による白馬岳の有効かつ適切な利用を促進して参りたいと考えています。



写真 15 日本三大雪渓の白馬大雪渓



写真 16 白馬岳山頂を望む



写真 17 白馬岳山頂から剣岳を望む



写真 18 朝焼けの杓子岳・白馬鑓ヶ岳

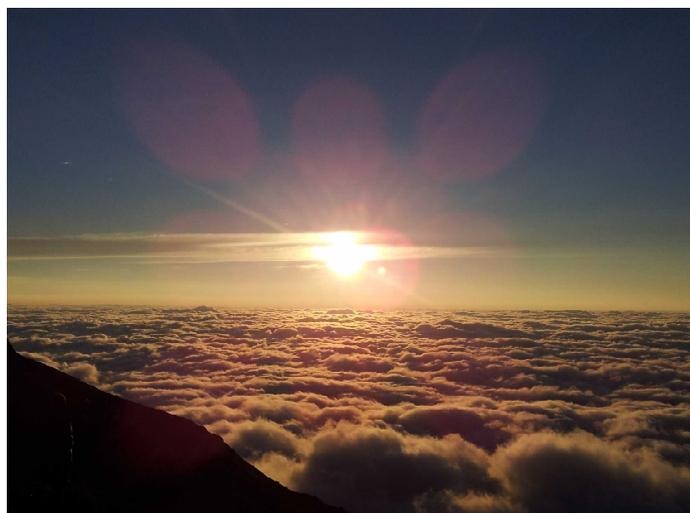


写真 19 ご来光（白馬岳）