

福岡森林管理署におけるUAVの活用事例

福岡森林管理署 森林整備官補 丸岡 仁人
一般職員 崎田 朱里
一般職員 石川 大智

1 課題を取り上げた背景

近年、九州北部豪雨や令和3年8月豪雨等、激甚災害が増加傾向にあり、その対応の迅速化が求められています。その方法の一つとして UAV(ドローン)の使用が挙げられます。九州森林管理局では、各森林管理署にドローンが配置され災害調査などに活用されていますが、その利用方法は現状確認にとどまることが多く、ドローンを使って面積計測や測量までに活用されることは少ない現状にあります。そこで本発表では、ドローンを自動操縦して撮影した画像をオルソ化し、植栽計画や災害測量、松くい虫被害木調査、さらにはシカネットの被害調査などに活用した事例を紹介します。

2 取り組みの内容

① 活用例の紹介

・三里松原の再生に向けた取組の効率化について

平成24年度にピークを記録した松くい虫被害への対応として、保全すべき松林などのゾーン区分を行った上で、毎年度の薬剤散布、特別伐倒駆除、植栽等により松林の保全・再生に取り組んでいます。これに加え福岡森林管理署では、ドローンの自動操縦で松原全体のオルソ画像を作成し、植栽計画を策定するとともに(図1)、作業道の位置情報をデータ化してオルソ画像に重ね合わせ、地拵え・植栽及び特別伐倒駆除の事業実行の効率化に役立てています(図2)。



図1.オルソ画像を活用した植栽計画



図2.GIS上に作業道データ・被害木位置の表示

・治山事業における崩壊地測量について

外部委託で設計し治山事業を実施している工事箇所において自動操縦により作成したオルソ画像から面積計測及び縦横断面測量を行い、設計図に記載された実測量と比較して誤差の検証を行いました(図3)。

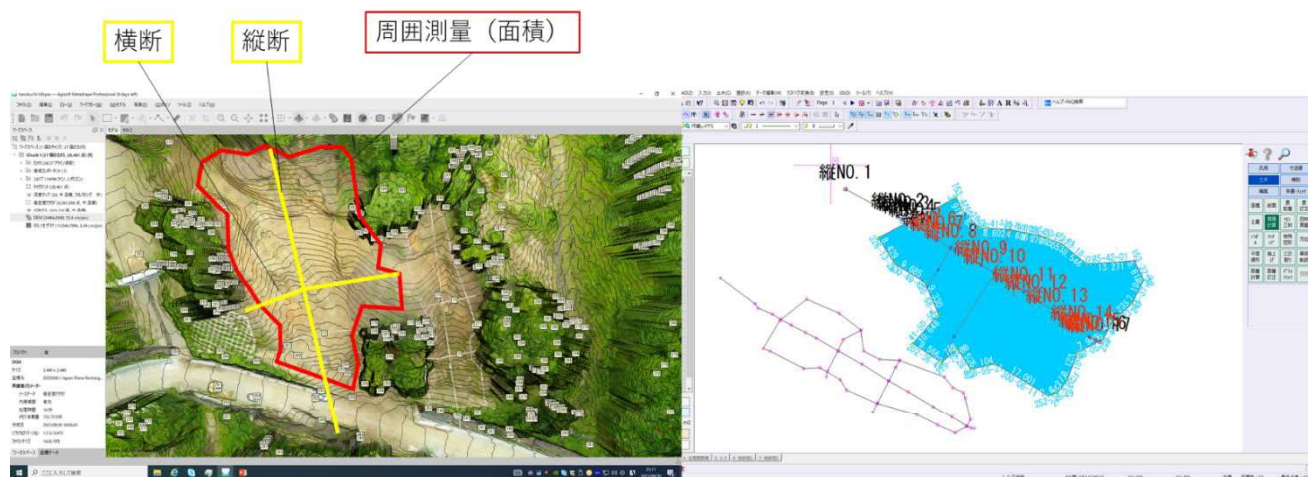


図 3. メタシェイプで作成した測量線を建設 CAD に出力し、作図

② 業務ごとのオルソ画像作成推奨設定の探索

・松くい虫被害木調査における活用

ドローンの自動操縦により得た松原のオルソ画像を用いて被害木の判定を試みました。また、オルソ画像のピクセルサイズを変えて作成し比較することで、被害木を判定できる精度のオルソ画像作成推奨設定を定めました。

・シカネット点検における活用

シカネットの支柱倒れや破れがオルソ画像上で確認できるかどうかを、飛行高度や設定を変えて作成し比較することで検証し、シカネット点検業務におけるオルソ画像作成推奨設定を定めました。

3 結果と考察

① 治山事業における崩壊地測量

縦断・横断測量については、基準となる点に合わせて修正をしなければ、委託設計によるデータとの間に約 30mもの値の乖離がありました(図 4, 図 5)。その理由としては、測量線作成時のずれや、対空標識 GCP を置いていないことなどが考えられます。しかしながら面積の誤差は 0.4%と精度が良く、線形は実測量と大きく変わらなかったため、災害申請やその他の業務では現状の精度で支障はありません。

② -1 松くい虫被害木調査

高さ 150m から撮影した場合、1mのピクセルサイズまで精度を落としても植栽予定箇所の面積計算が可能となり、デフォルトの 0.1mのピクセルサイズでは大まかな樹種の判別、枯れ木の判定までできることがわかりました(図 6)。

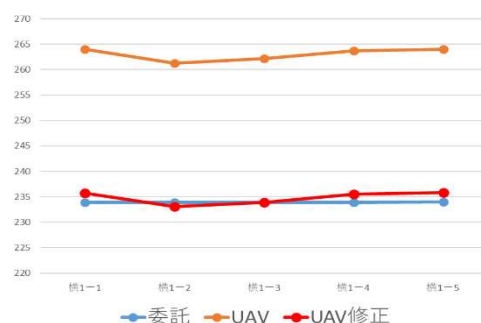


図 4. 横断測量線



図 5. 縦断測量線

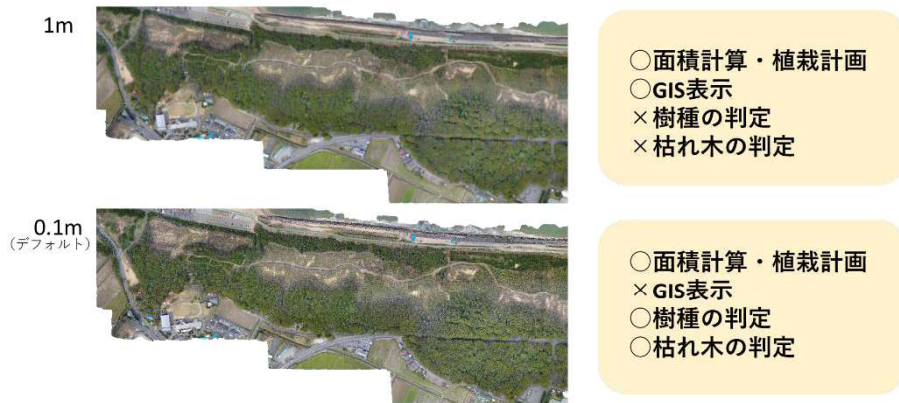


図 6.

②ー2 シカネット被害調査

オルソ画像を用いたシカネットの点検業務における検証の結果、推奨高度を 70m・デフォルトのピクセルサイズとすれば支柱倒れなど被害の大きいものは判定可能であるほか、ケモノ道を判読することでシカの侵入箇所の把握ができますが、ネットが少し破れている等比較的小さい被害は判別が難しいことがわかりました(図 7, 表 1)。シカネット被害調査におけるドローンのオルソ画像は簡易的な調査への活用期待できるといえます。

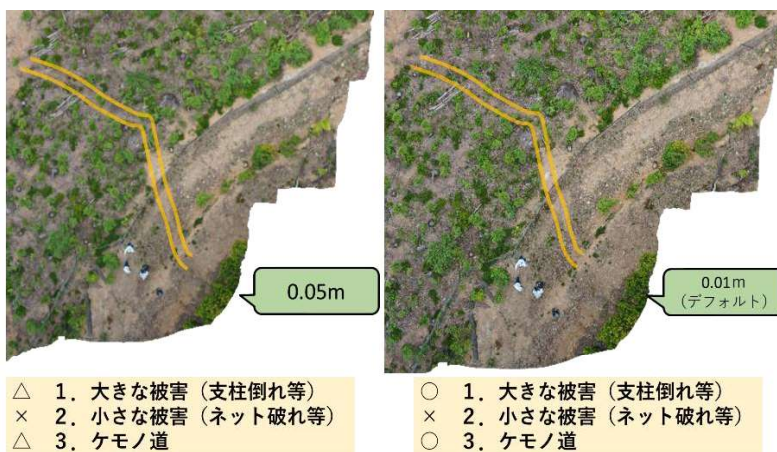


図 7.

	高さ70m 0.01m (デフォルト)	高さ70m 0.05m	高さ20m 0.01m (デフォルト)	高さ20m 0.05m
1. 大きな被害 (支柱倒れ)	○	△	○	△
2. 小さな被害 (ネット破れ)	×	×	×	×
3. ケモノ道	○	△	○	△

表 1.

4 今後の展望

治山事業については、対空標識を使用することで測量の精度を向上させることとし、林道の法面崩壊を含め、災害発生時には積極的に活用し業務改善に結び付けたいと考えています。また必要に応じ、主に災害発生時の市町村への支援ツールとしてドローンの活用を検討します。

松原については、特別伐倒駆除受注事業体等へオルソ画像等を提供することにより、被害木調査の効率化及び駆除漏れの防止に活用していきます。

また、さらなる精度の向上と効率化を目指し、計画課で導入が検討されている RTK-GNSS 測量の活用を検討しています。松原の被害木調査において正確な座標を落とし効率的な作業計画の立案への活用や、災害調査・測量でドローンが使用できない現場における測量の迅速化及び精度向上など、各種業務の実行に役立つことが期待されます。

シカの忌避植物を利用した造林木への影響

北薩森林管理署 業務グループ 田島 尚
森林整備官補 溝口 英聖
地域技術官 塩崎 暢彦

1 はじめに

北薩地域はシカの生息密度が高く造林木への食害を防止する上でシカ柵の設置が必要であり、これによる造林経費の掛かり増しは資源の循環利用を行う上で大きな障壁となっています。そのような中、平成 29 年にキリエノキが繁茂しシカ柵が設置されていない民有スギ造林地で、シカの食害があまり見られない状況が観察されました。

本署ではこの植物がシカによる造林木（スギ）への食害を軽減するのではないかと検討するため、キリエノキ群落内の造林地で異なる施業条件下で植栽木の食害率および成長量の調査を行いました。

※キリエノキとはアサ科ウラジロエノキ属の先駆性の常緑木本植物です。葉には有毒成分を含み、牛が誤食して死亡した例が知られます。本種は本土域では熊本県以南に分布し、鹿児島県では「分布特性上重要な種」とされている等、本邦では南部に局所的に分布する種です。

2 取り組みの概要・経過

平成 28 年 3 月にスギが植栽された民有地（写真 1）において、下刈区、無下刈区、坪刈区を設定して造林木の当年枝の食害率と成長量調査（根元直径・樹高の測定）を行いました。両調査は平成 29・30 年、令和元・3 年に行い、経年による造林木の成長の程度と食害状況からキリエノキがシカ食害抑制による造林経費の低コスト化に寄与するかを考察することを主目的としました。

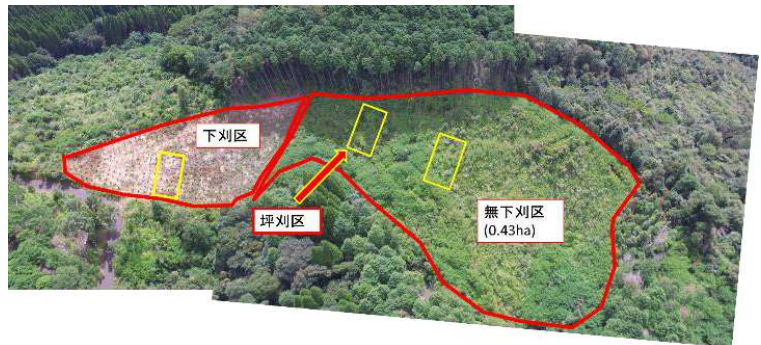


写真 1：上空から撮影した民有林造林地

3 結果

1) 食害率

当年枝の食害率は図 1 に示しました。下刈り直後の食害（平成 29 年）は下刈区に集中し、坪刈区、無下刈区で低い状況を示しました。一方、それ以降は下刈区で高い状況は一定したものの、全体的に食害率には年変動がみられました。

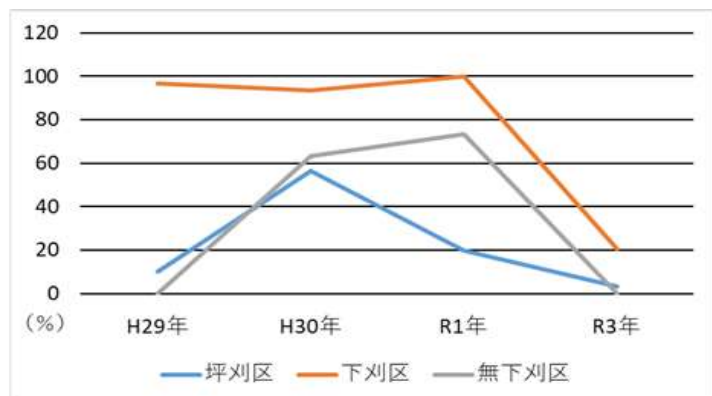


図 1：植栽木の当年枝における食害率

2) 成長量調査

各中央値を比較した結果（図 2, 3）、植栽 2 年目（平成 29 年）はシカの被害により伸長成長を阻害され、盆栽状となった下刈区で根元直径が大きくなりました。一方、樹高は無下刈区で最高となりました。また、植栽 3・4 年目（平成 30 年、令和元年）は前年と同様に根元直径は下刈区で大きく、樹高成長は坪刈区で最高となりました。なお、植栽 6 年目（令和 3 年）は下刈区において樹高が坪刈区を上回り、根元直径と共に最も良好な成長状態を示しました。なお、植栽 6 年目の根元直径では下刈区とその他の調査区に有意な差（Steel-Dwass 法 $p<0.01$ ）があり、樹高では下刈区と無下刈区の間に有意な差（Tukey-Kramer 法 $p<0.01$ ）がありました。

3) 調査区現状（R3.10.28 現在）

・坪刈区

キリエノキの枯死木がまばらに目立ち、ミミズバイやイヌガシ等の高木照葉樹が増加しました。造林木は成長の程度に差こそあれ、枯死木は見られませんでした（写真 2）。

・下刈区

キリエノキがほぼ見られなくなり、一面がススキ群落になりました。造林木はシカの被害を強く受け、調査開始時は盆栽状の造林木が多く見られました。現在では多くの造林木がディアラインの高さを超え、二股状の異形木が散見されます（写真 3）。

・無下刈区

キリエノキの大部分は 3～4 m に成長し、アカメガシワ等の高木下やウラジロが繁茂した箇所では部分的な枯死が顕著です。造林木はこれらの被陰により、現在の生育状況はあまり良くありません（写真 4）。

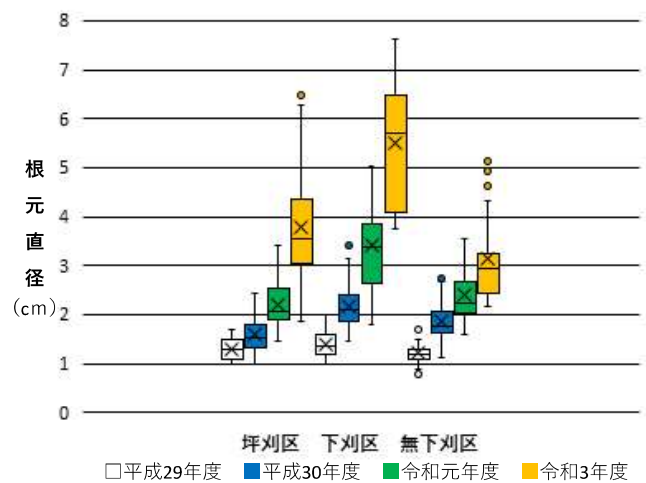


図 2：各調査区の根元直径の年度別推移

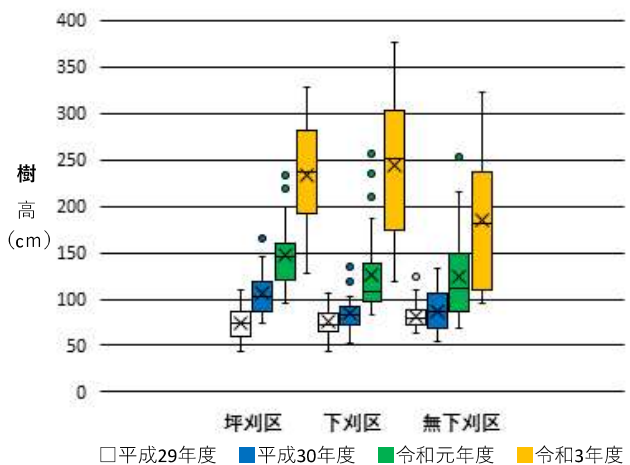


図 3：各調査区の樹高の年度別推移



写真 2：坪刈区

4 考察

本調査の結果、キリエノキ群落における異なる施業方法下の造林木の成長にはキリエノキのシカに対する忌避効果よりも施業方法の違いによる光環境の差が強く反映されました。また、坪刈区や無下刈区の食害状況から、キリエノキが存在してもある程度食害を受けると言えます。設定当初（写真5）と現状（写真2,3,4）を比較すると、坪刈区や無下刈区においてもキリエノキの枯死による個体数密度の低下は明らかであり、これらの調査区で以前よりもシカの侵入が容易になった可能性が考えられます。牛をも殺す有毒なキリエノキの群落とはいえ、やはりシカ柵の設置は必要であると考えられます。

しかしながら、本調査の結果からキリエノキを下層植生に有する造林地においては植栽1～2年目は無下刈を維持、3～4年目に坪刈りを行うことが造林木の成長に良好であり、植栽後4年間における下刈りコストを省略できる可能性が示唆されました。また、植栽6年目では無下刈区の根元直径、樹高は下刈区に比べ有意に小さかった点から、キリエノキ群落における無下刈施業の長期継続が困難であることも裏付けられました。

5 まとめ

本調査の反省点として、調査当初にキリエノキが存在しない対照区が設けられておらず、キリエノキ自体のシカに対する忌避効果を正確に抽出できなかった点が挙げられます。一方で、本報よりキリエノキ群落において植栽1～2年間は無下刈を維持できる可能性が示されたことから、成長の早いエリートツリーを造林木に用いる等の工夫することにより、キリエノキ群落においてより良好な造林木の生育とコストの低減を両立できる可能性が示唆されます。

なお、本調査はあくまで下層植生がキリエノキの造林地における造林木の初のモニタリング調査の試みであり、本調査の結果によってキリエノキのシカに対する忌避効果が否定された訳ではないことを申し添え、本署における当調査を終了することに致します。



写真4：無下刈区



写真5：設定当初の調査区

ICTを利用したシカ捕獲について（経過報告）

大分西部森林管理署

森林技術指導官

日田 仁志

玖珠森林事務所

川原 博

中村森林事務所

井上 欣勇

山国森林事務所

伊藤 明雄

業務グループ

浅田 実穂

1 課題を取り上げた背景

近年、シカ、イノシシ等による農林業の被害が深刻なものとなっている。防護柵等の設置は実施しているが、問題解決のためには捕獲を実施することが求められている。

写真1 シカの剥離被害



2 シカ捕獲とICTについて

九州森林管理局大分西部森林管理署では職員及び委託によるシカ捕獲を実施している。今回職員実行によるシカ捕獲について、ICTを利用した長距離無線捕獲システム「ほかパト」を導入した。このシステムは親機と子機に分かれており、電波を相互に送受信、開発メーカーのクラウドにデータ送信されている。子機に捕獲等の何らかの事象があればメールが送信され、ホームページ上で設置した子機の位置及び捕獲等の状況の有無がリアルタイムに閲覧できるシステムである。

図1 ICTを利用したシステム



写真2 山頂に設置した親機



3 利用可能エリアの検証

使用する電波の周波数は142MHz帯であり、利用にあたって親機と子機がどれくらい離れて利用できるかを20箇所調査・検証を行った。その結果、見晴らしのよい山頂付近に親機を設置すれば半径約50km程度の範囲で利用可能であること、見通せない箇所も山岳等の反射波で、ある程度利用できることがわかった。

図2 親機3台の電波の飛び具合

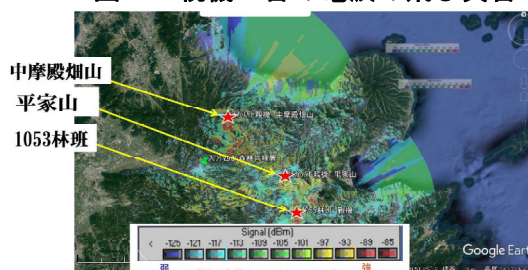
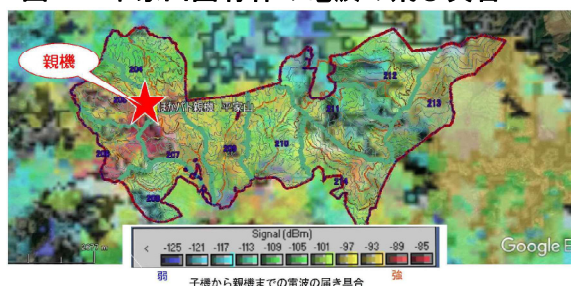


図3 平家山国有林の電波の飛び具合



4 実行結果について

令和2年10月から親機1台、子機40台で運用を開始、現在は親機3台・子機75台となり、玖珠森林事務所、中村森林事務所、山国森林事務所とエリアを拡大しているところである。

令和2年10月から令和3年3月までの捕獲実績は36頭、令和3年4月から9月までは81頭であった。捕獲された時間帯は9割が日没後～深夜であることがわかった。

利用した職員の意見として「30年以上職員実行により捕獲を実施しており、従来は毎日設置した罠の見回りをする必要があったが、巡視を省略できることから、仕事の段取りがしやすくなった」「捕獲がなくシカを処理をしない日が確実にわかり、安心して仕事ができる」「ワナの位置と捕獲状況が一覧で確認でき、非常に便利である」「森林官・捕獲担当者・署員との情報交換・連絡が活発となった。若手職員がICTを利用したシカの捕獲に興味を示している」などがあつた。

写真3 子機の設置状況

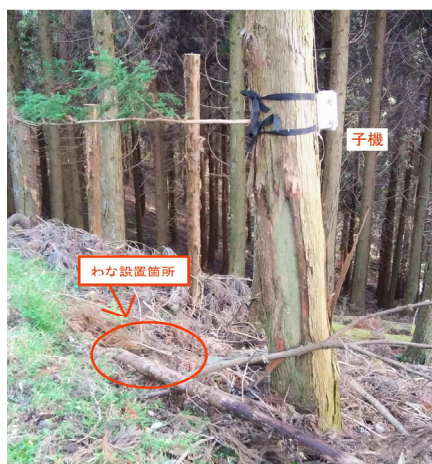
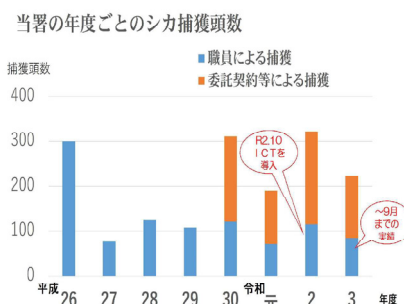


写真4 捕獲通知により現地を確認



図4 シカ捕獲状況



5 今後の展望

親機を3台設置したことで大分西部森林管理署管内のほとんどの国有林でこのシステムの利用が可能となっている。そのため今後大分西部森林管理署管内の自治体や猟友会等がこのシステムを導入する場合には親機を新たに設置しなくても現状では子機のみを所有すれば利用が可能である。

また、委託契約・協定による捕獲にこのシステムを反映させることでワナの巡視にかかる労務費等の経費の削減が可能であり低コスト化と捕獲頭数の拡大が期待される。

6 最後に（若手職員の意見）

今回、大分西部森林管理署管内のシカ被害が深刻であることを痛感し、通常の業務をしながら、シカの捕獲も実施していることを知りました。

捕獲に携わる人たちはとても陽気で、ワナのかけ方、けもの道の見分けかた、シカの習性、シカの好きな植物、嫌いな植物等も教えていただきました。

シカを捕獲することは悲しいものがありますが、緑を守り、育てるためにこれからも獣害対策に関わっていきたいと思っています。

写真5 くくり罠設置の現地研修会の様子



写真6 ICTを利用したシカ捕獲に携わる職員たち



屋久島における外来植物アブラギリの 効率的な駆除方法について

屋久島森林管理署 治山技術官補 志村 康介
屋久島森林生態系保全センター 主事 諫山 雄一郎

1 課題を取り上げた背景

屋久島に生育する外来種アブラギリは、陽樹であることから林道沿いやギャップの発生した箇所を中心に繁茂しています。生育旺盛なアブラギリが屋久島で繁殖することで、島内に生息する固有種の減少や消滅が危惧されています。屋久島が世界自然遺産に登録された理由の一つに豊富な固有種が生息していることが挙げられますが、固有種の減少・消滅や外来種の分布域拡大が進むことで、世界自然遺産から外されることも考えられます。また、成長の早いアブラギリは、造林木の成長を阻害するため、木材生産の妨げになっています。以上のことから、屋久島においてアブラギリの駆除対策は急務となっています。

こうした現状からアブラギリの効率的かつ効果的な駆除方法を検討するため、屋久島森林管理署と屋久島生態系保全センターとの共同で調査を行い、平成30年11月から令和2年11月までの2年間で、アブラギリが繁茂している「宮之浦嶽国有林224う・の」林小班において試験地を2箇所設定し調査地としました。

2 調査方法

試験地2箇所に駆除方法別で4つのプロットを設定しました。調査木にはタグ付けを行い、4つの駆除方法〔伐倒：伐倒する。・伐倒（海水散布）：伐倒後に切り株に海水を散布する。・巻枯らし：胸高あたりの樹皮を30cm程の幅で剥ぎ一周する。・環状鋸挽き：胸高あたりの樹皮を環状に切り込みを入れる。〕をそれぞれ12月・3月・6月・9月の時期に実施しました。その後、毎月経過観察を行い、枯死率・枯死するまでの期間を調査しました。

調査終了後は、調査結果より、駆除方法と処理時期の2つを評価します。

駆除方法は、4つの駆除方法を「効果」「効率」の2つの項目から点数付けにより評価します。効果は駆除方法別の枯死率から点数付けを行い、効率は行程調査、測定時間と所感から判断し、2つの合計点によって評価します。

処理時期においては、4つの期間が7割枯死するまでの経過期間、1年後における枯死率の2つの項目から◎○△で評価します。

3 調査結果

（1）駆除方法の枯死率

実際に駆除方法を実施し、その後経過観察によって、全体から何割が枯死したかによって、駆除方法を評価します。調査データをもとに、枯死率が100%を5点、90%台を4点、80%台を3点、70%台を2点、60%台を1点、59%以下を0点とし、効果を評価しました。4つの駆除方法のうち、最も枯死率が高かったのは、伐倒（海水）：5点の94%、次いで、巻枯らし：4点の88%、伐倒：4点の87%、環状鋸挽き：0点の44%でした。（図1）

環状鋸挽きについては、処理を行った44%しか枯死させることができず、今回のテーマである効率的かつ効果的な駆除方法としては不十分であったため、評価対象外としました。

試験地 1 + 2 (未処理区除く)				
処理別	枯死本数	総本数	枯死率	判定
伐倒(海水)	159	169	94%	◎
伐倒	119	137	87%	○
巻枯らし	153	173	88%	○
環状鋸挽き	74	167	44%	×
計	505	646	78%	○

(図 1. 各駆除方法別の枯死率表)

(2) 駆除方法の効率

駆除方法の効率は、作業時間と調査を実施したときの所感をもとに評価しました。作業時間は5本あたり、伐倒(海水散布)で38分、伐倒で29分、巻枯らしは23分、環状鋸目挽きは14分となりました。(図2)

所感として、最も簡単に感じた駆除方法は、環状鋸挽き、次いで巻枯らし、伐倒、伐倒(海水)でした。これらより、相対評価を用いて、環状鋸挽きを5点、巻枯らしを4点としました。対して、伐倒(海水散布)と伐倒は作業に、より労力、時間を要したため、伐倒を2点、最も時間のかかった伐倒(海水散布)を1点としました。

(3) 効率と効果の総合的な駆除方法の評価

駆除方法の評価です。駆除方法は効率と効果の合計点より評価します。最も点数の高いのは巻枯らしという結果になりました。合計点より、4つの駆除方法のなかでは巻枯らしが効率的で効果的な駆除方法だと考えます。(図3)

	駆除方法			
	伐倒	伐倒(海水)	巻枯らし	環状鋸挽き
作業時間(分)	29	38	23	14
所感	難	難	やや簡単	簡単

(図 2 駆除方法別 5 本あたりの作業時間)

	伐倒	2	3	5
伐倒(海水)	1	4	5	
巻枯らし	4	3	7	
環状鋸挽き	5	0		

(図 3 効果・効率の総合的な評価表)

(4) 処理時期における効果の違い

7割枯死するまでに経過した期間の表(図4)より、7割枯死したのは、3月の伐倒では6ヶ月、伐倒海水では7ヶ月、巻枯らしでは7ヶ月でした。また次点で、最も短い期間で6月処理が早く効果が出やすいことがわかりました。図4より3月・6月に処理を行うことが、よいと判断します。

処理月	伐倒	伐倒(海水)	巻枯らし	鋸目入れ
12	19	11	14	
3	6	7	7	
6	8	7	8	
9	12	10	11	
平均	11	9	10	

(図 4 7割枯死するまでに経過した期間(ヶ月))

次は処理月における1年後の枯死率の表になります。4つの月の中では1年後の枯死率が高かったものは枯死率の平均が90%、89%となった3月と6月でした。（図5）

処理月	伐倒	伐倒(海水)	巻枯らし	環状鋸挽き	未処理
12月	57%	77%	57%	44%	17%
3月	86%	91%	94%	36%	
6月	94%	88%	85%	21%	
9月	82%	88%	76%	18%	

（図5 処理月別の1年後の枯死率）

図4・図5より4つの期間で最も駆除に有効的なのは、3月と6月と判断しました。

4 まとめ

評価では、3月・6月が効果的な時期としましたが、アブラギリが10月頃に実をつけることから、6月にアブラギリの駆除処理を行うと、7割程度の枯死が確認できるのに6ヶ月かかるため、アブラギリが実をつけ、子孫を残す機会を与えてしまいます。そのため、3月に行う方がより効果的だと考えます。以上のことから、本調査結果からは、3月ごろに巻枯らし駆除を行うことがよいといえます。

また、生育場所による駆除方法の使い分けや、他の外来植物対策事例を参考に、新たな駆除方法を用いて検討することや、アブラギリの林産物としての利用など、多角的にアブラギリを駆除できるよう今回の結果を生かし、屋久島からアブラギリを減らしていきたいと思えます。

火山ガス被害跡地のヒノキ天然更新について

長崎森林管理署 業務グループ ふれあい担当 長尾 楓花
業務グループ 総括森林整備官 渡邊 昭伍

1 はじめに

31 年前の平成 2 年 11 月に当署管内にある雲仙普賢岳が噴火し、4 年半の噴火活動の間に火砕流や土石流により、死者・行方不明者・負傷者等の人的被害や、物的被害など甚大な被害が発生した。国有林についても約 2160 ha が被害を受け、そのうち、約 455ha は火山ガスによる枯損被害を受けた。

平成 3 年 10 月の噴火による火山ガスの被害は、普賢岳から南東方面のヒノキ人工林に発生し、翌年に被害木の伐採を実施した。伐採後は、ヒノキ苗を植栽し更新したが、97 年 2 林小班については、ヒノキの天然稚樹の発生が多く確認されたためそのまま様子を見ていたが、その後調査を行うことにした。



平成 4 年頃の普賢岳



火山ガスによる枯損被害

2 取組の概要・経過

試験地は長崎県の島原半島の中央にある雲仙普賢岳の南東に位置。

取組の内容は平成 6 年に被害があった 97 年 2 林小班にプロットを設定し、ヒノキ稚樹発生本数と樹高調査を実施。

平成 8 年、同箇所に火山ガス被害跡地を育成天然林に誘導する方法の究明を行う目的で 100 平方メートルの試験地 1・2 を設定。

平成 9 年、試験地 1・2 のヒノキの樹高測定と 6 つのプロット内の植生調査を開始。

平成 10 年からは試験地 1・2 のヒノキ根元径の調査を開始。

平成 21 年同林齢の人工林との成長量の比較として 97 年 1 林小班内に試験地 3・4 を設定。

平成 22 年から全試験地で樹高、根元径、胸高直径の測定も開始。平成 23 年と 27 年から令和 2 年まで、全試験地において引き続き、樹高・根元径・胸高直径を測定し、6 つのプロットでも継続して植生調査を実施した。

試験地での施業については、試験地 1 では平成 11 年に本数調整を行い、下刈りを平成 11 年から 15 年まで行った後、平成 23 年に除伐Ⅱ類を実施した。試験地 2 は平成 23 年の除伐Ⅱ類のみ実施。人工林の試験地 3 と 4 では下刈りを平成 9 年から平成 12 年まで行い、平成 23 年に除伐を実施しているが、試験地 3 のみ平成 21 年にも除伐を実施した。

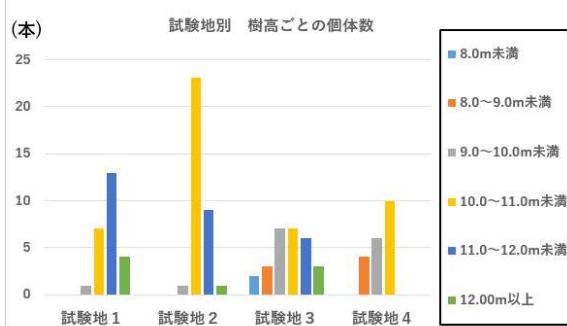
3 実行結果

試験地 1 では、11 ～ 12m 未満の高さのヒノキが一番多く 13 本あり、試験地 2 では 10 ～ 11m 未満の高さのヒノキが飛び抜けて多く本数は 23 本で、割合でいうと 68 % を占めた。試験地 3 では他の試験地と比べ最小で 7m、最大で 12.7m と個体によって高さにバラツキがあり、試験地 4 は他と異なり 11m 以上のヒノキは無く、一番高い物でも 10.7m しかなかった。

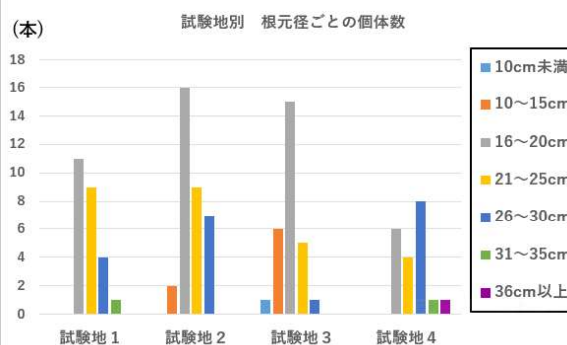
根元径は、試験地 1・2・3 とともに 16 ～ 20cm の大きさが一番多く、一方で試験地 4 は 26～30cm の大きさが一番多く、最大で 36cm と他の試験地よりも大きい傾向となった。

天然更新地試験地 1・2 の平均樹高と平均根元径の推移を平成 9 年から令和 2 年まで見ると、初めは樹高も根元径も同程度だったが、平成 11 年に試験地 1 で本数調整をした結果、値にはっきりとした差が生じた。その後も差は広がる一方であったが、平成 23 年度の試験地 1・2 供に実施した除伐Ⅱ類によって、平均樹高・平均根元径共に差が大きく縮まった。

◆ R2 各試験地対照(樹高)



◆ R2 各試験地対照(根元径)



平成 22 年から 23 年の一年間で、試験地 1 で平均樹高は 72.8cm、平均根元径は 2.2cm 増加したが、試験地 2 では平均樹高 165.3cm、平均根元径 7.5cm と 2 倍以上増加した。

試験地の生立本数の推移では、試験地 1 は初め 388 本あったが、本数調整によって 36 本まで誘導した。また、試験地 2 はおよそ 100 本で推移していたが、除伐Ⅱ類の実施により 59 本減少し、34 本と他の試験地と近い値となった。平成 23 年以降、全試験地で本数の変化は確認できなかった。

近年の平均形状比の推移では、平成 22 年時の試験地 2 は、平均形状比が 114.87 とかなり大きかったが、除伐Ⅱ類の実施後の平成 23 年には 41.68 まで値が小さくなり、他の試験地と同等の水準になった。

4 つの試験地を比較してみる。まず、試験地 1・2 を比較すると、差は大きくないものの、樹高、根元径、胸高直径すべてにおいて、試験地 1 は試験地 2 よりも大きい値となった。全調査地で平均根元径と平均胸高直径を比較すると、人工林の方が天然更新地よりも大きい値となった。平均樹高を比較した場合は、天然更新地の方が大きい値となった。平均形状比は試験地 4 の値がかなり小さく、人工林の方が値が小さい傾向になりました。まとめると、試験地 1 は人工林と比べ、樹高の成長は大きいものの、根元径・胸高直径の伸びは控えめだった。また、試験地 2 は形状比が最も大きく、根元径・胸高直径の成長は人工林より劣りますが、樹高は人工林よりも大きくなりました。この差は、成立本数による差であると考えられる。

次に植生調査のプロットの数 6 つで、左から 50m 間隔でプロット 1 ～ 6 と設定している。プロットの面積は 10 平方メートル、半径 1.78m の円であり、植物の種類とそれぞれの個体数の調査を行った。

植生調査は測尺を円の半径の 1.78 まで伸ばし、杭を起点にして一周回転させ、その範囲内にあった植生の大きさと個体数を調査する方法で行った。

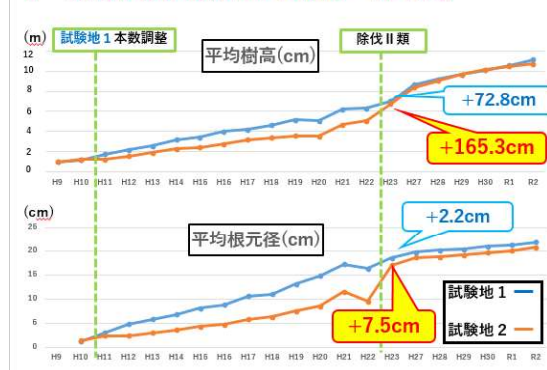
これまでの植生調査の結果は、プロット全体の種数を青色の折れ線グラフで、総個体

数を緑の棒グラフで示したところ、平成9年の時点ではプロット全体の種数は5種類で、総個体数は86本であったが、令和2年には種数は55種類、総個体数は197本となり、種数・総個体数ともに増加した。

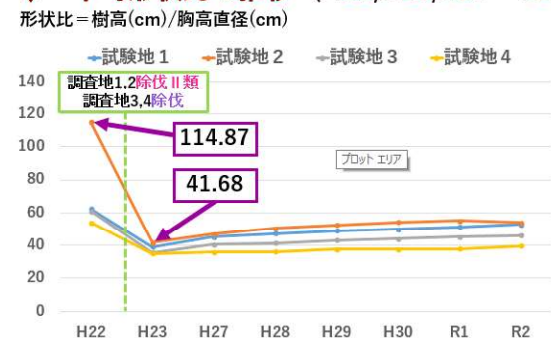
このことから、プロットの種数・総個体数は増加傾向にあると言える。ただし、これは調査員の知識の差によるところが大きく、総じてヒノキ生立本数の多い林内のプロットにおいては、林冠が塞がっており、下層植生も貧弱であり、照度不足の状況であった。

全プロット内のヒノキの生立本数は、平成9年当初、77本で、本数密度はha当たり12,833本と非常に密集していたが、令和2年にはヒノキの数は11本となり、本数密度はha当たり1,833本程度となった。

◆ 樹高および根元直径の推移（平均値）



◆ 平均形状比の推移（H22,H23,H27~R2）



4 考 察

試験地1から4とプロットの調査結果から今後の施業について考察みると、天然更新地である試験地1・2は対照地よりも胸高直径と根元径が小さく、林分密度が高い傾向にあったと言える。人工造林地である試験地3・4は収穫予想表よりも過密であり、下層植生も多いとは言えなかったが結論として、天然更新のヒノキ林でも適切な施業を実施することで育成単層林と同じような林分成長が見込め、水源涵養機能を十分に発揮できる林分となることが言える。

5 ま と め

火山ガス被害跡地に発生したヒノキ天然稚樹は順調に成長したと言え、下刈りと保育間伐を行っていない試験地2が、除伐Ⅱ類の実施によって大きく試験地1との差を縮めたため、今回のように一定限度のヒノキの稚樹発生が認められる場合は下刈をしなくても、成林できる事例となった。

今回の試験では、火山の噴火は数少ない現象であり、被害地における施業方法についての知見が少ない中、今後の火山周辺における森林計画や噴火災害時の復旧対策に関して、貴重な一事例としての成果となった。