

令和2年度
森林・林業技術等交流発表集
第64号

関東森林管理局

— 局長挨拶 —

関東森林管理局長 上大田 光成

令和2年度 関東森林管理局 森林・林業技術等交流発表会の開催に当たりまして、一言ご挨拶申し上げます。

今回は、スライド発表 17、ポスター発表 19 の計 36 のテーマの発表があり、国有林の職員のみならず関係機関などから、共同発表も含め 54 名の方に発表者としてご参加していただいております。また、審査をお願いしている長池審査委員長を始め、審査員の皆様方には 2 日間どうかよろしくようお願い申し上げます。

さて、昨年からの新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、経済活動全体の停滞の影響から国内外での木材需要が低下するなど、森林・林業・木材産業においても甚大な影響が生じました。これらの影響に対しては、昨年に引き続き木材需給の動向を注視しながら、木材の消費拡大、林業者の経営継続等の支援に取り組んでいく必要があります。一方、人工林の多くが本格的な利用期を迎えている現在、この豊富な森林資源を「伐って、使って、植える」という形で持続的に循環利用することを通じ、林業の成長産業化と森林の適切な管理を両立していくことが求められています。

また、造林から収穫までの長期にわたるサイクルの中で、収益の向上、低コスト・省力化、ニホンジカ等による獣害への対策、集中豪雨や台風による山地災害等への対応、ICT 等新たな技術の活用、人材の育成などの諸課題にも対応していく必要があります。

私ども国有林といたしましても、森林整備・素材生産をはじめとした事業の実施、生産性向上の取組、森林施業の低コスト化・省力化、そのための技術開発、民国連携の推進などの取組を通じて、林業の成長産業化の実現と森林の適切な管理に向け貢献していく考えであります。

本交流発表会は、森林技術・支援センター、森林管理署を始め、多くの機関における技術開発の成果や研究の成果をご披露いただき、これを関係者の間で共有し普及を図ることによって、林業の成長産業化と森林の適切な管理に供するという趣旨とするものであります。

また、今年度の発表会は、新型コロナウイルスの拡大防止の観点から Web 開催といたしましたので、誰でもどこからでもご都合のよい時に聴講することができ、質問や応援メッセージもメールにて受け付けております。

新時代の交流発表会として、発表者との意見交換を通じ、新たな発表会の形を作り上げていただければ、大変ありがたいと考えておりますので、皆様には積極的にご参画していただきますよう、何とぞよろしくお願い申し上げます。

結びに、本交流発表会が有意義なものとなり、森林・林業技術の発展につながりますよう、また、ご参加いただきました皆様のご健勝と益々のご発展をお祈り申し上げ、開会の挨拶とさせていただきます。

目次

局長挨拶

関東森林管理局長 上大田光成

I スライド発表

1-1 森林技術部門

天然更新は簡単か？困難か？

—皆伐跡地における天然更新地の調査結果より—

計画課 平野 辰典・・・1

素材生産事業の生産性に関する解析・考察

日光森林管理署 山本 要、石川 いずみ・・・7

群馬県におけるナラ枯れの近況について

群馬県林業試験場 小野里 光、白石 泉・・・11

職員実行シカ捕獲における ICT 通知システムの

導入について～ICT で捕獲は楽になるか？～

天竜森林管理署 三ヶ日森林事務所 藤戸 茜
瀬尻森林事務所 瀬川 元気・・・15

ドローンを使用した林地除草剤散布による

下刈省力化の可能性について

茨城森林管理署 村上 周・・・19

桐生木材ヤードの開設と運営への支援について

群馬県桐生森林事務所 青木 宏樹・・・23

福島県会津地域における生物多様性に配慮した工法の
検証

福島県会津農林事務所 半沢 竜馬・・・27

様々な苗サイズに適応した下刈技術の開発

森林技術・支援センター 仲田 昭一・・・33

ドローンの自動飛行による防鹿柵管理手法の検証

塩那森林管理署 須賀川森林事務所 荒井 亮一
塩那森林管理署 三浦 晃・・・37

伊豆署における職員実行によるニホンジカ捕獲

の取り組みについて

伊豆森林管理署 松崎森林事務所 木村 慧
伊豆森林管理署 町野 弘明・・・41

UAV による森林調査とその普及

—標準地・毎木調査との比較—

技術普及課 小松 玄季

上越森林管理署 山野 大樹、高柳 修延・・・45

早生候補樹種ユリノキの材質・加工特性

静岡県立農林大学校 河合 誉士・・・49

シカの食害防止と労力軽減に向けた下刈り方法の選
定について

群馬県立農林大学校 赤澤 風音・・・53

1-2 森林保全部門

ドローン写真測量等を活用した治山工事における出
来形計測について

大井川治山センター 武田 悠作、平田 和嗣

株式会社梶山組 小左 和之

株式会社飛鳥 増田 大斗・・・57

1-3 森林ふれあい・民国連携部門

「バードピア浜北」のリニューアルと新しい展示が
来園者に及ぼす効果

静岡県西部農林事務所 山口 亮

一般社団法人フォレメンテあかまつ 瀬下 亜希

静岡県環境ふれあい課 佐藤 晶子・・・61

赤谷の森における自然林復元試験

赤谷森林ふれあい推進センター 伊藤 彰伸

公益財団法人日本自然保護協会 朱宮 丈晴・・・64

炭焼きを取り入れた森林環境教育について

高尾森林ふれあい推進センター

磯田 伸男、岩下 祐子・・・68

2 講評及び審査結果

講評・・・・・・・・・・71

審査結果・審査員・・・・・・・・・・77

II ポスター発表

発表ポスター一覧・・・・・・・・・・78

I スライド発表

1 - 1 森林技術部門

天然更新は簡単か？困難か？ —皆伐跡地における天然更新地の調査結果より—

関東森林管理局 計画課 平野 辰典

1 はじめに

平成 28 年に策定された森林林業基本計画では、立地環境や社会的条件により、育成単層林として主伐・再造林を進める区域、育成複層林や天然生林として公益的機能を持続的に発揮させ、将来の森林管理コストの低減を図る区域に区分し、育成複層林については、現在の約 100 万 ha から約 680 万 ha に移行することとしています。林野庁では平成 30 年 3 月に『国有林野事業における天然力を活用した施業実行マニュアル』（以下『林野庁マニュアル』という。）を作成し、天然更新の一般的な調査・判断方法のガイドラインを提示しました。関東森林管理局では、管内で天然更新を試みている事例地の調査結果を取りまとめ、技術的な課題、天然更新の確実性を高めるための手法について記載した事例集を作成することとしました。

2 調査の目的

日本は、温暖湿潤な気候であり、伐採後に放置しても二次遷移が進めば、百年単位では森林が再生されるため、天然更新は簡単という経験則的な考え方があります。

天然更新は、地拵、植付、下刈等の初期保育を行わないことを基本とするため、成功すれば費用負担が軽減されるという利点がありますが、長野県林政部によれば、「キノコや炭焼きの原木としてコナラやクスギの林を萌芽更新させる天然更新施業は、先人たちの経験を体系化させたことで、技術的に確立していますが、このタイプ以外では明確な成功事例が多くはありません。」と説明しています（長野県林政部 2015）。

これらのことから、関東森林管理局管内において、スギ、ヒノキ、アカマツ人工林の皆伐後に天然更新を試みている事例地で天然更新状況調査を行い（薪炭等の原木採取を目的とした広葉樹林の皆伐跡地を一部含む）、育成単層林から針広混交林や育成複層林等へ誘導するための手法となっている天然更新を技術的な視点から検証しました。

2 調査方法

事例地は、積雪量、地形、競合植生、母樹からの距離、シカ被害の有無等、様々な立地環境を条件に 24 箇所を選定しました（表-1）。天然更新状況調査については、令和元年度に『天然更新事例地調査業務委託』として、株式会社公害技術センターが林野庁マニュアルに基づき行いました。

各事例地において、水平距離で幅 2m 長さ 25m、面積 50m²のプロットを 2 箇所以上設定し、プロット面積が事例地毎で 100m²以上となるようにしました。

プロット内に出現した樹高 30 cm 以上の木本類について樹高計測し、樹種、階層、更新『前生稚樹』『後生稚樹（萌芽）』『後生稚樹（実生）』について分類しました。そのうち、胸高周囲約 3 cm 以上については、胸高周囲を計測し胸高直径を算出しました。なお、種子供給源としての役割を期待して保残した母樹は、調査結果に含まないこととしました。

事例地番号	署等名	林小班	標高(m)	斜面方位	平均傾斜(度)	地形区分	平均積雪高(cm)	皆伐後経過年数	前生樹の状況
1	白河	1206ほ	570	南東	24	山腹凸型斜面	-	9年	アカマツ林(広葉樹が混交)
2	白河	1205り	590	南	23	山腹平衡斜面	-	6年	スギ・ヒノキ林アカマツ林と農耕地に挟まれた斜面下部の細長い林分
3	白河	1220の2	440	南東	21	山腹凸型斜面	-	6年	アカマツと広葉樹の混交林
4	会津	384そ	750	東	29	山腹平衡斜面	64	7年	沢沿いにあるスギ林(広葉樹が混交) 前生樹であるスギ・広葉樹の保残木あり
5	会津	507き4	460	東	23	山腹凸型斜面	82	8年	アカマツ林、炭焼き窯跡が多数存在するため、以前は新炭林と推定
6	磐城	604や2	510	南東	16	山腹凸型斜面	-	2年	スギ林(作業道沿いの攪乱箇所)にスギ・アカマツの稚樹多く播種した試験区あり
7	磐城	47ろ1	560	北西	30	山腹平衡斜面	-	7年	キコ原木の採取を目的としたコナラ・クスギ林(分収造林で現在も契約中)
8	棚倉	33ち	540	南東	36	山腹凸型斜面	-	1年	スギ林(分収造林跡地)
9	棚倉	63は2	650	南西	27	山腹凸型斜面	-	7年	スギ林(分収造林跡地)
10	棚倉	269や	560	西	24	山腹凹型斜面	-	1年	スギ林(分収造林跡地)
11	塩那	25い	440	南	22	山腹凸型斜面	-	2年	スギ・ヒノキ林(分収造林跡地)
12	塩那	40そ・つ・ね	390	南東	25	山腹凸型斜面	-	5年	スギ・ヒノキ林(分収造林跡地)
13	群馬	79ろ6	1,280	西	35	山腹凹型斜面	-	8年	コメツガ・モミ・広葉樹の高齢林
14	群馬	298ろ3	730	西	17	山腹凸型斜面	-	9年	スギ林(分収造林跡地) シカ柵があるが侵入されている形跡あり
15	利根沼田	138ほ2	1,180	北西	18	山腹平衡斜面	-	13年	ヒノキ・カラマツ林(広葉樹が混交) 前生樹であるヒノキ・カラマツ・広葉樹の保残木あり
16	利根沼田	212の1	710	南東	11	山腹凸型斜面	118	12年	カラマツ林(鉄塔架線下の皆伐跡地)
17	中越	256い1	870	南	22	山腹凹型斜面	140	6年	なめこ生産を目的としたブナ林(広葉樹が混交)
18	下越	23む	10	北	23	山腹凸型斜面	35	6年	農耕地に隣接したアカマツ林(広葉樹が混交) 前生樹であるコナラ、カスミザクラ等の保残木あり
19	下越	203ほ3	280	西	25	山腹凸型斜面	87	5年	薪採取を目的としたコナラ林
20	村上	1001こ	80	東	20	山腹凸型斜面	39	6年	スギ林(広葉樹が混交) 前生樹であるスギ、クワ等の保残木あり
21	村上	1021む	50	北東	26	山脚堆積面	39	12年	スギ林(広葉樹が混交) 前生樹であるスギ、クワ等の保残木あり
22	天竜	35か1	220	南西	33	山腹平衡斜面	-	8年	スギ林(広葉樹が混交)
23	伊豆	637ろ1	1,030	北西	21	山腹平衡斜面	-	7年	ヒノキ林(間伐後の台風被害で皆伐) シカ柵外
24	伊豆	637ろ2	1,020	北西	21	山脚堆積面	-	7年	ヒノキ林(間伐後の台風被害で皆伐) シカ柵外

(表-1) 事例地の概要

また、『競合植生(ススキ、ササ類、イチゴ類等)』、『母樹からの距離』、『シカの生息状況』については、A~Cの判定基準に基づき事例地全体から判断することとしました(表-2)。

競合植生		母樹からの距離		シカの生息状況	
判定	基準	判定	基準	判定	基準
A	阻害要因なし。	A	対象小班に目的樹種の母樹(以下、母樹)が存在する。	A	対象小班や近隣小班でも生息が確認されていない。
B	Cに当てはまらない。	B	対象小班から約100以内に母樹が存在する。	B	対象小班で生息痕跡が確認されるが、被害は確認されていない。
C	植被率が75%以上かつ平均植生高1m以上。	C	A,Bに当てはまらない。	C	対象小班や近隣小班で被害が確認されている。

(表-2) 立地環境の判定基準

天然更新完了基準(以下『基準』という。)については、関東森林管理局長が策定する地域管理経営計画書の別冊『森林の管理経営の指針』に定める施業方法により設定されていますが、今回の調査では、『人工林内天然生広葉樹等の育成施業』を適用することとし、搬出完了5年目に調査対象の天然木等(以下『目的樹種』という)が5,000本/ha以上、林地にほぼ均等に成立した時点を更新完了の基準としました。また、今回の調査では、針広混交林、育成複層林等へ誘導

し多様な林分にすることを目標林型としていることから、目的樹種とは、森林の管理経営の指針で定める有用天然木（用材生産可能な針葉樹、ブナ、イヌブナ、クリ、アカガシ、シラカシ、クヌギ、ミズナラ、コナラ、サワグルミ、カンバ類、ミズメ、アサダ、ニレ類、ケヤキ、カツラ、ホオノキ、サクラ類、キハダ、イタヤカエデ、トチノキ、シナノキ、センノキ、シオジ、ヤチダモ、アオダモ、ミズキ、イヌエンジュ、その他市場価値のある樹種）に、先駆性樹種を除く高木（10m以上）、小高木（5～10m）の木本類を加えたものとししました。また、目的樹種以外は雑灌木とししました。

3 調査結果

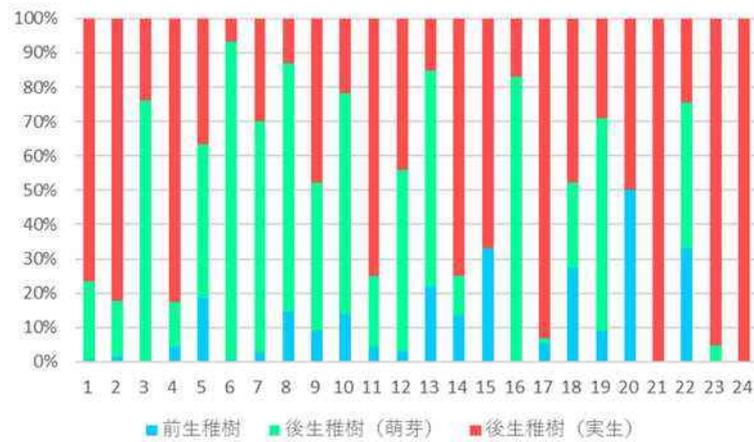
プロット内に出現した、樹高 30 cm以上の目的樹種の本数は、24 事例地のうち 17 事例地で約 8,600～41,000 本/ha となり基準を満たしていました（表-3）。基準を満たした 17 事例地の中で、目的樹種の割合が 50%以上となった事例地は 8 事例地、競合植生が阻害要因となっていない A, B 判定の事例地は 7 事例地、母樹までの距離が 100m 以内となる A, B 判定の事例地は 16 事例地、シカ被害が確認されていない A, B 判定の事例地は 13 事例地となっていました。

一方で、基準を満たしていなかった事例地は、24 事例地のうち 7 事例地となっていました。そのうち、競合植生であるササ類が阻害要因となっている C 判定の事例地は 4 事例地、シカ被害が確認された C 判定の事例地は 3 事例地となっていました。

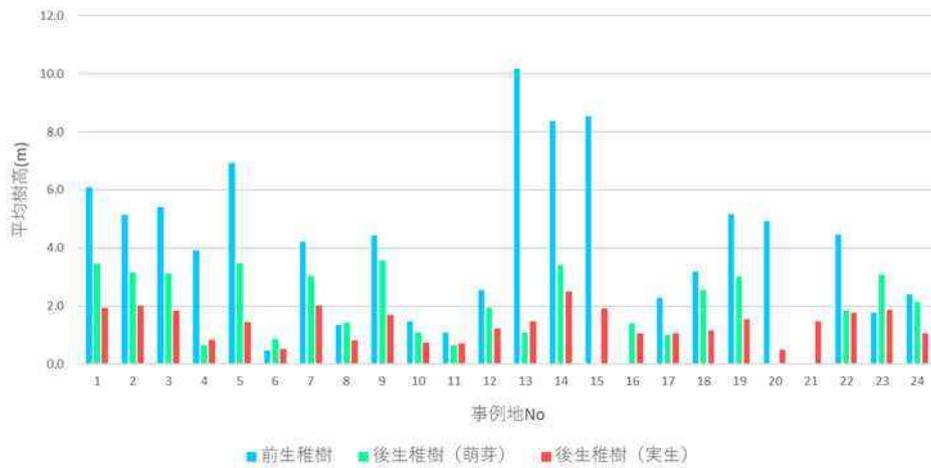
各事例地に出現した目的樹種を更新別に分類した結果、基準を満たした 17 事例地のうち、後生稚樹（萌芽）の出現率が最も高かった事例地は 10 事例地、基準を満たしていなかった 7 事例地のうち、後生稚樹（実生）の出現割合が最も高かった事例地は 5 事例地となっていました（図-3）。また、各事例地における更新別の平均樹高は、事例地 6、8、23 以外は、前生稚樹の平均樹高が高い結果となっていました（図-4）。

事例地番号	プロット面積 (m ²)	樹高30cm以上の雑灌木① (本/ha)	樹高30cm以上の目的樹種② (本/ha)	目的樹種の割合 ②/(①+②)	競合植生						母樹からの距離 (母樹の樹種)	シカ生息有無	
					草本類優占種	植被率 (%)	平均樹高 (m)	低木類優占種	植被率 (%)	平均樹高 (m)			競合植生判定
1	117.3	28,474	26,257	48%	タガネソウ	50~75	0.3	ヤマハギ	75~100	2.2	C	B (アカマツ)	B
2	101.6	21,555	22,146	51%	タガネソウ	50~75	0.4	ヤマハギ	75~100	3.0	C	B (アカマツ、コナラ)	A
3	104.4	14,275	23,376	62%				スズク	75~100	1.2	C	C	B
4	119.7	10,027	2,507	20%	チャルメルソウ	75~100	0.3	チマキザサ	50~75	1.2	B	A (トチノキ、サワグルミ)	A
5	105.8	6,427	20,887	76%				チマキザサ	50~75	0.5	B	A (コナラ、クリ)	C
6	113.8	9,047	36,891	80%				ミヤコザサ	10~25	0.4	B	B (アカマツ、モミ)	A
7	105.5	20,101	27,213	58%				ミヤコザサ	25~50	0.7	B	A (ヤマザサ、クリ)	A
8	102.1	29,375	16,450	36%	ツグク	50~75	0.3	ニガイチゴ	75~100	2.0	C	B (ミズナラ、イタヤカエデ)	A
9	105.3	28,113	15,671	36%	ホソバナラシダ	25~50	0.5	アズマネザサ	75~100	2.2	C	B (アカマツ、コナラ)	A
10	108.2	37,717	21,169	36%	タガネソウ	75~100	0.5	スズク	75~100	2.0	C	B (コナラ、クリ)	A
11	103.3	41,901	25,838	38%				ニガイチゴ	50~75	0.5	B	B (アカマツ)	A
12	101.0	25,041	39,294	61%				ニガイチゴ	25~50	0.5	B	B (アカマツ、コナラ)	A
13	116.7	171	9,682	98%	ウツバミソウ	25~50	0.2				B	A (ホオノキ、サワグルミ)	C
14	105.8	18,899	4,158	18%	ホソバナラシダ	10~25	0.4	アズマネザサ	10~25	1.5	B	A (クリ、ミズキ)	C
15	111.0	360	2,072	85%				チシマザサ	75~100	1.0	C	A (ミズナラ、クリ)	C
16	106.1	41,483	19,421	32%							A	B (アカマツ、コナラ)	B
17	103.5	29,950	22,221	43%	ミヤマカンズグ	25~50	0.4	オオカメノキ	75~100	1.3	C	A (ブナ、ウリハダカエデ)	A
18	110.5	13,301	17,644	57%				チマキザサ	75~100	2.0	C	B (アカマツ、コナラ)	A
19	115.5	8,312	4,762	36%				チマキザサ	75~100	2.0	C	B (ミズナラ、コナラ)	A
20	103.4	8,315	2,030	20%				チマキザサ	75~100	2.1	C	A (ミズナラ、ホオノキ)	A
21	105.6	12,402	3,503	22%	ミヤマカンズグ	75~100	0.6	チマキザサ	75~100	3.3	C	A (コナラ、クリ)	A
22	108.0	29,085	8,614	23%	ススキ	75~100	2.5				C	A (スタジイ、タブノキ)	C
23	109.6	74,078	41,053	36%				アセビ	75~100	1.8	C	B (ブナ、ヒメシャラ)	C
24	117.3	15,425	170	1%				アセビ	25~50	1.8	B	C	C

(表-3) 事例地の林分概況

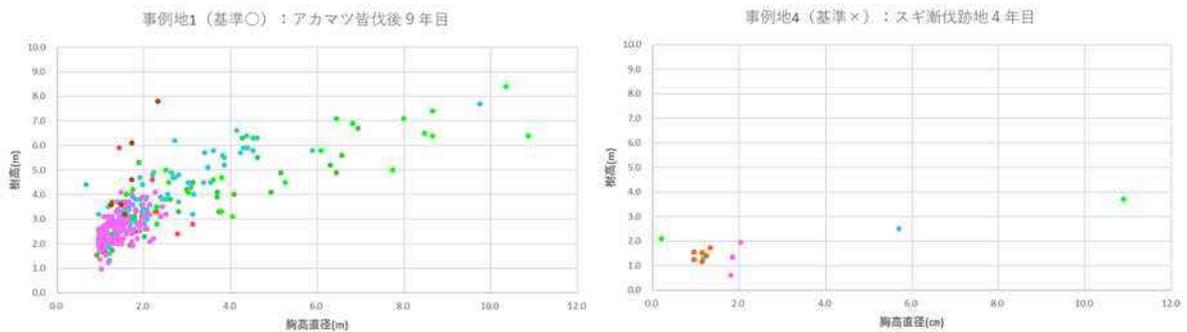


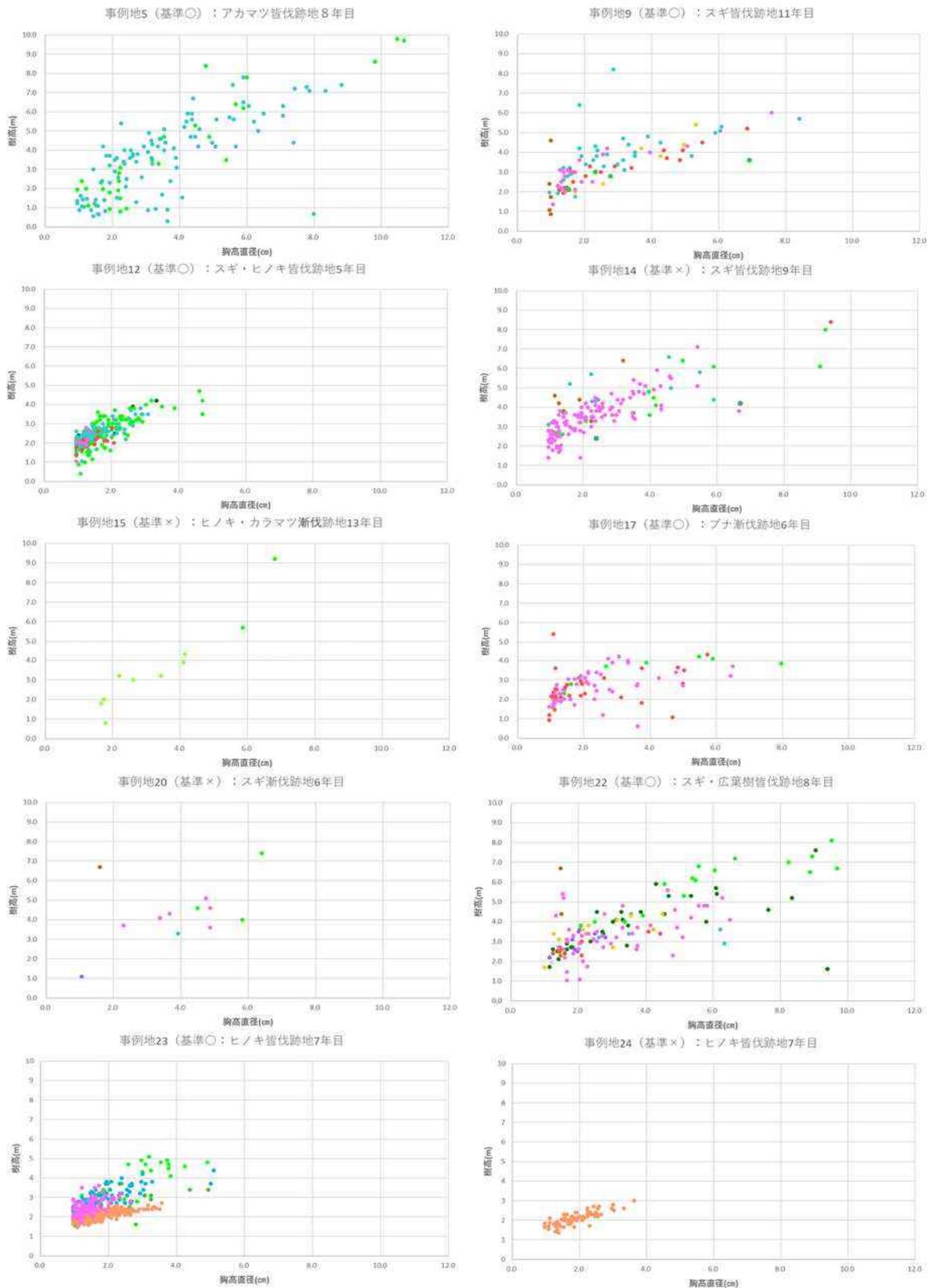
(図-3) 更新別における目的樹種の出現割合



(図-4) 更新別における目的樹種の平均樹高

プロット内に出現した、胸高直径 1 cm 以上の目的樹種と雑灌木のサイズ分布を地域毎に抜粋しました (図-5)。基準を満たしていた事例地 1、5、9、12、17、22、23 のうち、事例地 1、5、12、23 は、寒色系に表した目的樹種が多く優占しつつありますが、事例地 9、17、22 は、基準を満たしてはいるものの、暖色系に表した雑灌木が優占もしくは目的樹種と競合する状況となっていました。一方、基準を満たしていなかった事例地 4、14、15、20、24 のうち、事例地 4、15、20 は林内に稚樹がほとんど確認されず、事例地 14 は雑灌木と目的樹種が競合している状況、事例地 24 はシカの不嗜好種であるアセビが優占している状況となっていました。





- 常緑高木 ■ 常緑高木(針葉) ■ 落葉高木 ■ 落葉高木 (針葉) ■ 常緑小高木 ■ 落葉小高木 ■ 落葉高木 (先駆)
- 落葉小高木 (先駆) ■ 常緑低木 ■ 常緑低木 (シカ不嗜好) ■ 落葉低木 ■ 落葉つる木

※基準○：天然更新完了基準 5,000 本/ha を満たした事例地

※基準×：天然更新完了基準 5,000 本/ha を満たしていない事例地

(図-5) 各事例地のサイズ分布

4 考察

今回の調査結果より、皆伐跡地の天然更新について、技術的な視点から検証しました。基準を満たした事例地の特徴として、「母樹までの距離が 100m 以内」「シカ被害が確認されていない」「前生樹の特性や過去の利用形態により広葉樹が混交していた」「後生稚樹（萌芽）が多い」等が挙げられ、天然更新の確実性を高めている要因と考えられます。しかし、基準を満たしていても、目的樹種と雑灌木が競合し、不安定な状況が続いている事例地もありました。

一方で、基準を満たしていなかった事例地の特徴として、「母樹が保残され過ぎて、稚樹生育の阻害要因となっている」「アズマネザサ、チマキザサ、チシマザサ等が、稚樹生育の阻害要因となっている」「シカ被害が確認されている」「後生稚樹（実生）が多い」等が挙げられ、天然更新の不確実性を高めている要因と考えられます。

これらのことから、技術的な対処法としては、「競合植生（特にササ類）が繁茂している箇所は、刈出し等の更新補助作業を行う」「シカ被害が発生している地域は、シカ柵等の保全対策を行う」等が考えられます。また、基準を満たした後も、「目的樹種と雑灌木が競合する箇所は、目的樹種が林冠を優占するまでの間、除伐等の保育作業を行う」等が必要になる場合があります。

母樹からの種子散布を期待する天然下種更新は、豊凶周期の定期的な観察や、豊作年に合わせた伐採や更新補助作業が必要となります。そのため、前生樹の段階から、稚樹の発生状況、社会的条件等を勘案し、天然更新に適している箇所を選定の上、前生稚樹を事前に増やすことが、天然更新の確実性を高めることになると考えられます。

5 まとめ

今回の調査では、基準を 5,000 本/ha として天然更新を検証しましたが、基準は天然更新を期待できる最低限の基準として考えるべきであり、今後も事例地の継続的な調査を行う中で、天然更新の成否を判断する基準を検証する必要があります。

天然更新は、放置することが天然更新なのではなく、収穫行為が伴い産業として林分を取り扱っている以上、経過観察をする中で必要に応じた措置を行い、天然更新の確実性を高める必要があります。しかし、画一的に過剰な更新補助作業等を行うことは避けなければなりません。そのためには、「広葉樹を見分けられる」「広葉樹の性質を理解している」「天然更新に適した立地環境を選別できる」等、森林管理の技術を身に付け、現地の状況に応じて柔軟に対応することが求められます。

6 引用文献

長野県林政部（2015）. 皆伐施業後の森林を確実に育てるために～皆伐施業後の更新の手引き～. 45. 18

素材生産事業の生産性に関する解析・考察

日光森林管理署 山本 要
石川 いずみ

1 課題を取り上げた背景

近年、我が国では森林蓄積が年々増加しており、本格的な利用期を迎えています。特に人工林に注目すると、一般的な主伐期である10歳級以上の面積が全体の半数以上を占めており（図1）、積極的な利用で木材生産量を増加させていくことが望まれています。しかし、現在では木材生産にかかるコスト面が問題視されています。図2の通り、伐出・搬出コストが丸太価格の多くを占めており、生産性（ m^3 /人日）の向上が重要な課題として挙げられています。



図1：人工林の年齢構成

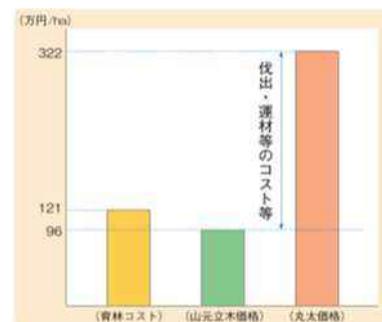


図2：生産コストのイメージ

※出典：令和元年度森林・林業業白書

実際に、関東森林管理局でも作業日報の導入や現地検討会の開催等、生産性向上に向けた取り組みを進めています。こういった背景を踏まえ、今年度生産性の向上に関する2つの調査(i)、(ii)を実施しました。

2 調査(i)：生産性への影響力の評価

(1) 調査の概要・目的

生産性を評価する際、必然的に傾斜や搬出距離等の搬出条件によって左右されてしまいます。例えば、現場ごとの生産性に差がみられた場合、それが搬出条件からどれだけ影響を受けたのか、また複数考えられる要因のうち、どの要因が影響を及ぼしたのか判断することが困難です。

そこで、調査(i)ではそういった環境等の要因が持つ影響力の大きさに着目し、統計手法を用いて定量化をすることを目的としました。

(2) 作業システムと人員配置

全事業地を同一事業体が担当しており、基本的に1班3名体制で作業に従事しています。また作業道作設のみ専任の作業員を配置し、その他の工程においては進捗状況に応じて人員を配置する方針を採用しています（図3）。



図 3：請負事業体の作業システム

(3) 集計方法

生産性に影響を与える可能性がある要因として、以下①から⑦の7つのデータを集計・解析しました。今回の調査では令和元年度及び令和2年度に日光森林管理署が実施した素材生産事業全15事業地を集計対象とし、全132週分のデータを得ました。このデータには皆伐・列状間伐・定性間伐等様々な伐採種が含まれており、搬出条件等も現場によって異なります。なお、データの集計にあたっては作業日報と国有林GISを使用しました。

- ①傾斜(°) ②平均単木材積(m³) ③雨の日の割合 ④山元土場までの搬出距離(m)
 ⑤作業道作設距離(m) ⑥主伐 or 間伐 ⑦低質材の割合

(4) 解析方法

解析には重回帰分析という手法を用いて解析を行いました。この手法は、複数のパラメータからある数値を予測する際に用いられます。今回の場合、(3)で挙げた7つの要因から、生産性を予測するということになります。その際、元となるデータに標準化という処理を加えることで、得られた数値(標準偏回帰係数)の大小から生産性への影響を要因ごとに比較することができます。なお、データ解析については統計ソフトのRを使用して行いました。

(5) 解析結果

解析の結果から、要因ごと表1に示す数値が得られました。この数値の考察については、標準回帰係数が生産性への影響力を示したものとなっています。今回は影響力の大小を判断しやすいよう、絶対値で表記をしています。ただし、統計的には各要因が生産性に影響を与えて

表 1：解析から得られた数値

要因	標準偏回帰係数	t値	p値
傾斜(°)	0.120	2.856	0.040
平均単木材積(m³)	0.065	3.433	0.036
雨の日の割合	0.022	3.162	0.037
山元土場までの距離(m)	0.075	2.500	0.021
作業道作設距離(m)	0.061	2.436	0.036
主伐 or 間伐	0.110	2.738	0.046
低質材の割合	0.038	1.284	0.077

いるのかが判断できないケースもあり、その基準としてt値やp値といった数値を算出しています。今回の解析では、t値>2、p値<0.05で有意としています。

これらを踏まえると、影響力は傾斜、主伐 or 間伐の区別、平均単木材積、作業道作設距離、山元土場までの距離、雨の日の割合の順番で大きかったことが読み取れます。また、低質材の割合に関

しては、今回の結果からは生産性に影響を与えているかどうかは判断できませんでした。

(6) 解析結果を踏まえた今後の施業方針について

今回の結果から生産性への影響力を定量化することができましたが、実際に現場の条件自体を改善することは困難です。そこで、今回最も影響力が大きいと判断された傾斜に着目し、今後の施業方針について考えていきたいと思えます。

生産性が最も低下する急傾斜地においては、効率的な集材のために架線系集材システムの採用も視野に入れる必要があります。この場合は比較的成本も低いスイングヤードを採用するのが望ましいと思われます。

また、集材しやすいように伐倒方向を徹底する、荷掛けに軽量の繊維ロープを採用するといった工程ごとの細かな工夫も、地道ではありますが各工程の生産性を上げていく上では非常に重要です。そして、生産性が大きく低下することを考慮し切り捨て間伐を実施する・一部を除地にする・針広混交林化を進めていく、こういった選択も視野に入れながら、施業を実施していく必要もあると思えます。

3 調査 (ii) : 採材指示前後での生産性比較

(1) 調査の概要・目的

令和2年度は、年度当初から新型コロナウイルスの影響により、原木価格の下落が顕著にみられました。この影響で、民有林から低質材の出材が増加する可能性があったため、日光森林管理署では国有林から供給過多にならないように市況の変動に注視していました。

一方で、当署では7月ごろから低質材が予定数量を上回るペースで出材が進みました。その際、システム販売の予定数量を十分達成する見込みであったことから、買受者と相談し現場に指示書を出しました。具体的には、低質材のうち、小径材や枝条の出材を控えるよう請負事業者及び監督職員に通知をしました(図4)。

この通知によって、低質材に占める小径材の割合は減少し、生産性の向上が見込めると考えました。そして、実際にどの程度の変化が出たのかは今後生産性を向上させる

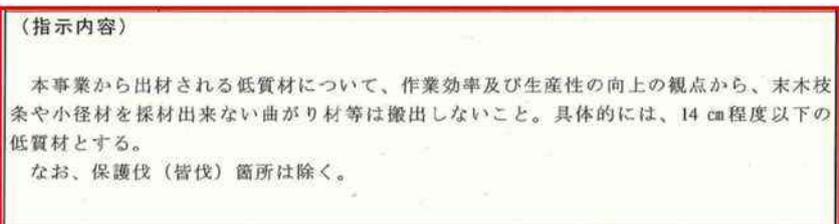


図4：請負事業者への指示通知書(抜粋)

うえで重要な知見となると考え、調査(ii)では指示前後での生産性を比較しました。

(2) 集計方法

生産性の数値については、令和2年度に日光森林管理署で実施した素材生産事業の4事業地を対象に算出しました。集計期間は6月から9月とし、1か月ごとのデータとして集計しました。これら4か月分のデータは、図の通知を8/3付けで行ったことを踏まえ、6・7月を指示前、8・9月を指示後として比較、考察しました。

(3) 算出結果

表2に示す通り、採材指示前後で造材工程が1.74%上昇し、運搬・極積工程が2.09%低下しました。また、造材生産性に関しては、表3で事業地4箇

表2：採材指示前後での生産性比較

	生産性[m ³ /人日]		増減率(%)
	令和2年 5月～7月	令和2年 8月～9月	
伐採 (チェーンソー)	52.6	43.7	-16.93
木寄せ (グラップル)	155.2	61.1	-60.60
造材 (プロセッサ)	38.8	39.5	1.74
運搬・極積 (グラップル・ フォワーダ)	38.0	37.2	-2.09

表3：事業地ごとの造材生産性の比較

事業地	造材生産性[m ³ /人日]	
	令和2年 5月～7月	令和2年 8月～9月
(い)	41.3	43.6
(ろ)	38.2	39.9
(は)	※	40.5
(に)	※	38.9
平均	38.8	39.5

所ごとの比較を示しています。指示前後での直接の比較が可能である事業地(い)・(ろ)では、どちらも指示後の方が造材生産性は上がっていました。運材に関しては、指示前後で生産性の低下が確認されました。これについては、事業の進行に伴って運材距離が上昇した影響の方が大きく、結果的に生産性が低下したと思われます。

(4) 採材指示について

表4は低資材の極における径級14cm未満の割合を表しています。指示前の7月と指示後の8月で比較すると、14cm未満の割合は7%ほど減少しました

表4：極における径級ごとの割合

	7/29	8/27	9/30
14cm未満(本)	80	70	83
16cm以上(本)	109	131	119
14cm以下の割合(%)	42.3	34.8	41.0



図5：実際の極の画像

(○が径級14cm未満)

が、9月にはまた7月とほぼ変わらない割合となりました。採材指示については、徹底できていなかった部分があった可能性は否定できず、採材指示の目的であった工程を軽減させ効率化につながるという意図を請負事業体や監督職員とうまく共有できていなかったのではないかと考えています。

4 まとめ

今回、生産性に関する2つの取組を進めてきましたが、生産性向上を目指すうえで重要となるのは現場ごとの条件から、生産性の課題を把握し、課題に応じた適切な作業システムの選択・人員配置を行っていくことです。そして、工程ごとの生産性分析を常々実施し、結果から改善を積み重ねていくPDCAサイクルの徹底など、こういった取り組みの積み重ねが非常に重要になります。

群馬県におけるナラ枯れの近況について

群馬県林業試験場 森林科学係 小野里 光
白石 泉

1 課題を取り上げた背景

ナラ枯れは、体長約5ミリのカシノナガキクイムが運ぶ病原菌によりナラ類が集団的に枯損する現象のことで、森林の公益的機能の低下や、枯枝の落下等による人身被害や生活環境の被害、景観の悪化による観光への影響など、様々な障害を惹き起こすことが懸念されます。

群馬県では2010年にみなかみ町でナラ枯れがミズナラで発生し、現在もコナラを中心に発生しています。当試験場は2016年度に本県のナラ枯れの被害や取組状況について発表しています。

近年は関東地域でナラ枯れが拡大中で、今年度は栃木県と茨城県で発生したため、関東全都県で発生となりました。関東地域では常緑のシイ・カシ類でもナラ枯れが発生しており、今後は本県南部においてもナラ枯れ発生のおそれがあることを示唆しています。

本発表では、前回2016年度の発表後における群馬県のナラ枯れの近況について報告します。

2 群馬県のナラ枯れの近況

(1) 被害状況

2010年に発生した被害は2016年度までは減少傾向にありましたが、2017年以降は増加傾向に転じ、今年度は特に増加しました(図-1)。

被害は、みなかみ

町内に止まっていますが、利根川をはさんだ東西の天然林を対象として、下流方向すなわち南方向に範囲を広げています(図-2)。

このことは、被害範囲は比較的標高の高い地域から低い地域へ広がっており、樹種はミズナラに加えコナラにも被害が発生するようになりました。また、被害の拡大に伴い、身近な生活環境に位置するコナラ林でも被害が多く発生するようになっていきます。

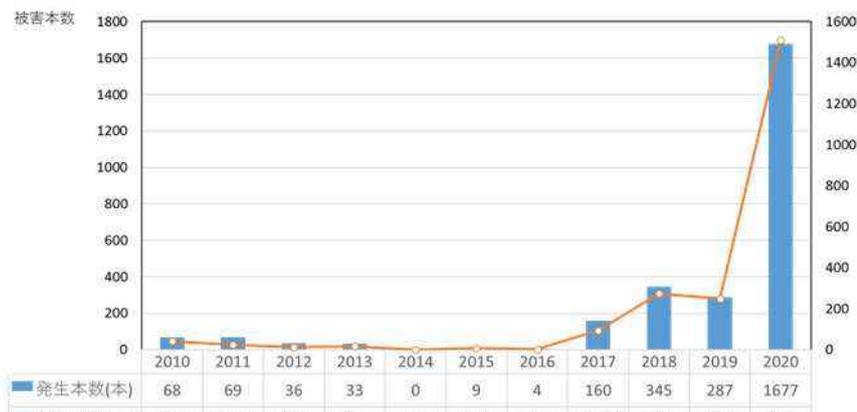


図-1 群馬県におけるナラ枯れ被害の推移



図-2 群馬県におけるナラ枯れ範囲

(2) カシナガの発生状況

ナラ枯れの軽減を図るための防除対策は適期に実施する必要があることから、カシナガの発生時期を把握することは重要です。

① 調査方法（トラップによる捕獲試験と併用）

- ・場所：みなかみ町内2箇所
- ・期間：2020年6月8日～12月10日
- ・方法：KMCトラップ及び静岡県森林・林業研究センターが考案した簡易トラップを設置。トラップに捕獲されたカシナガは毎週回収しました。

② 調査結果

図-3は簡易トラップによるカシナガの捕獲結果です（KMCトラップは解析中）。カシナガはトラップを設置した6月上旬から12月10日までの全期間で捕獲されました。6月16日の捕獲数は500頭以上であったので、5月中～下旬には発生していたことが推察されます。

これまで、みなかみ町におけるカシナガの発生は6月中旬以降とされていたことから、今回の調査結果でカシナガの発生が早期化していると考えられました。

このため、カシナガを捕獲する防除対策を実施する場合は、遅くとも5月中旬までには措置しておく必要があります。

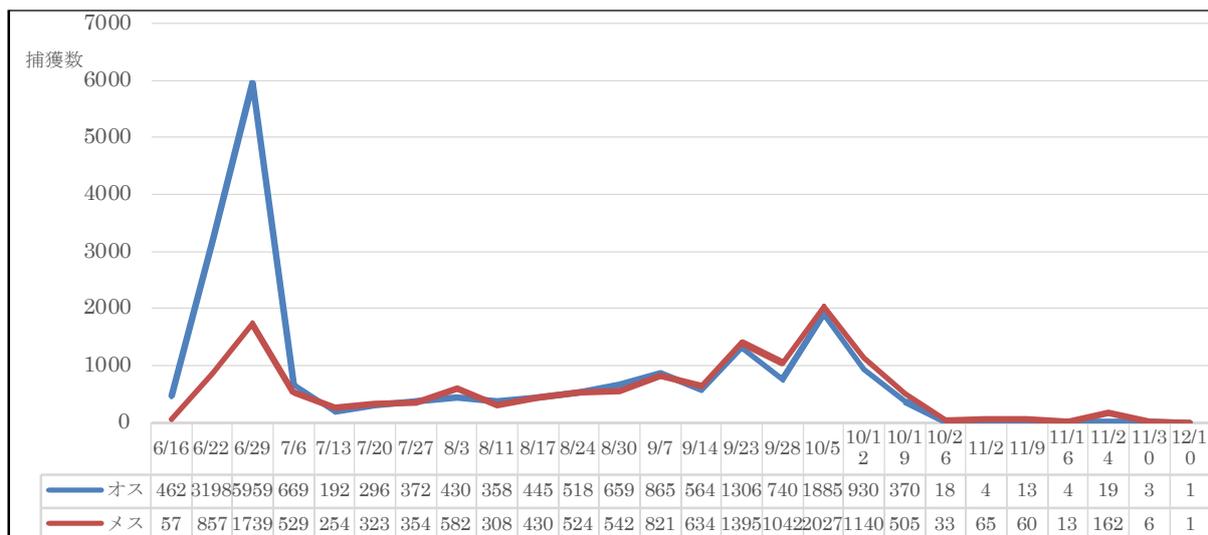


図-3 2020年カシナガ発生状況調査結果（簡易トラップ設置のコナラ6本の結果）

(3) 防除対策

①トラップによる捕獲

方法は(2)カシナガと同一です(図-4)。

現在データを解析中のため、試験結果については毎年春に発行する林業試験場の業務報告に掲載しますので、参考にしてください



図-4 トラップによる捕獲

② おとり丸太による捕獲（みなかみ町）

ア 方法

- ・場所：みなかみ町内5箇所

- ・期間：設置 2020 年 6 月、撤去 2020 年 10 月。
- ・方法：1 箇所あたり長さ 2 m のコナラ丸太を 30m³～40m³ 積み上げてカシナガを捕獲しました（図－5）。調査は 9 月下旬に森林総合研究所に指導を仰ぎながら、1 箇所 20 本のカシナガのフラスを計測し、おとり丸太全体におけるカシナガの穿入数等を推測しました。



図－5 おとり丸太による捕獲

イ 結果

表－1 のとおり、カシナガの穿入虫数は 5 箇所で約 7 万 2 千頭と推定されました。また、翌年度は 1 孔あたり 10 頭羽化脱出すると仮定した場合、5 箇所で約 51 万頭と推定されました。なお、カシナガの推定穿入虫数は、設置箇所で異なっていることから、今後は穿入虫数が多かった箇所の設置条件や周囲のナラ枯れ状況を参考にすることが効果的と考えられます。また、おとり丸太による防除は利根沼田森林管理署においても実施しています。

表－1 おとり丸太による捕獲結果

番号	標高 (m)	丸太実材積 (m ³) ※ 1	総穿入虫数		推定翌年度脱出数	
			推定穿入虫数/m ³ ※ 2	計	推定穿入孔数/m ³	計 ※ 3
1	413	41.58	80.5	3,347	57.5	23,909
2	443	31.75	183.3	5,820	130.9	41,561
3	472	36.04	415.9	14,989	297.1	107,075
4	367	40.36	677.6	27,348	484.0	195,342
5	400	34.2	594.4	20,328	424.6	145,213
計				71,832		513,100

※ 1：丸太実材積は丸太積み方を台形として計算した値に 0.9 を掛けた。0.9 は目視で判断。
 ※ 2：推定穿入虫数は推定穿入孔数に 1.4 を掛けた（1 孔に 1 匹いるいは 1 匹が穿入している）。
 ※ 3：推定翌年度脱出数は推定穿入孔数に 10 を掛けた（翌年度は 1 孔から成虫が平均 10 頭が脱出する）。

③ 粘着シートによる捕獲（みなかみ町）



図－6 粘着シート

ア 方法

- ・場所：みなかみ町内 1 箇所
- ・期間：設置 2020 年 6 月、撤去 2020 年 11 月。
- ・方法：ナラ枯れ木 50 本に地際から高さ約 1.8 m の間に粘着シートを巻き付けました。調査は 11 月上旬に林業試験場がナラ枯れ 6 本分の粘着シートを剥がして、粘着シートに

表－2 粘着シートによる捕獲結果

調査木	胸高直径 (cm)	設置木の状況	カシナガ捕殺数※
1	32	生	110
2	28	枯	1,182
3	20	枯	2
4	50	枯	708
5	43	枯	1,164
6	36	枯	981
計			4,147

※ルイスキクイムシが含まれていると思われるが、捕獲調査結果から捕殺数は少ないと推察される。

捕獲されたカシナガを計測しました。

イ 結果

表-2のとおり、粘着シートに捕獲されたカシナガは6本で約4千頭と推定されました。

なお、カシナガの捕獲数は、設置木で異なることから、今後は捕獲数が多かったナラ枯れ木のフラスの状況や周囲のナラ枯れ状況等を参考にすることが効果的と考えられます。

(4) カシナガ生息調査

①調査方法

- ・場所：県内14箇所（みなかみ町9箇所、沼田市2箇所、渋川市、榛東村及び前橋市で各1箇所）
- ・期間：2016年～2018年
- ・方法：KMCトラップを用いて、カシナガの捕獲の有無により生息状況を判断することとしました。

②調査結果

14箇所のうち12箇所（みなかみ町7、沼田市2、渋川市1、榛東村1、前橋市1）でカシナガの生息が確認されました。

カシナガは在来種で低密度に生息しているといわれているので、調査結果はそれを裏付けるととともに、ナラ枯れは県内各地で発生するおそれがあることがわかりました。

3 まとめ、今後の取組

(1) まとめ

本県におけるナラ枯れは拡大傾向にあります。

カシナガの発生時期は早期化しており、5月中には発生していることが想定されるので、防除対策の実施時期に留意する必要があります。

防除対策では、カシナガ捕獲トラップ、おとり丸太、粘着シートによる方法を実施して捕獲状況を把握しています。

カシナガの生息調査では、県内各地で生息が確認され、ナラ枯れは県内各地で発生するおそれがあることがわかりました。

(2) 今後の取組

ナラ枯れの発生が事前に予測できることが望まれることから、各地で生息モニタリング調査を実施し、カシナガの生息の有無や生息密度等を把握します。

カシナガの発生は早期化していることから、防除を適期に実施できるようにするため、発生予察調査を実施し、発生時期の予測に取り組みます。

防除対策では、目的に見合った措置が求められることから、適当な防除方法について取り組みます。

なお、これらの取組にあたっては、森林総合研究所から指導助言をいただきながら実施するとともに、利根沼田森林管理署及びみなかみ町ほか関係市町村と連携しながら実施します。

本報告の取りまとめにあたり、森林総合研究所、利根沼田森林管理署、みなかみ町、群馬県林政課、群馬県利根沼田森林事務所にお世話になりました。この場を借りて感謝申し上げます。

職員実行シカ捕獲における ICT 通知システムの導入について ～ ICT で捕獲は楽になるか？～

天竜森林管理署 三ヶ日森林事務所 藤戸 茜
瀬尻森林事務所 瀬川 元気

1 課題を取り上げた背景

全国でニホンジカが増えすぎて様々な問題を引き起こしており、捕獲による個体数管理がますます重要になっています。特に、近年狩猟者が減少傾向にある中で免許所持者数を伸ばしているわな猟において、捕獲の効率化を図っていく必要があると言えます。

わな猟の効率化を狙うツールの一つに、ICT による通知システムが挙げられます。これは、わなが作動すると自動でパソコン等に通知が来るシステムのことであり、わな猟の課題の一つである「わなの見回りに多大な労力がかかる」という問題の解決に役立つと期待されます。

ところが、静岡県をはじめとする一部の都道府県においては、「ICT の有無にかかわらず、わなの見回りは原則毎日行うこと」という指導をしており、ICT の利便性を活かすことができません。このような指導の背景には、「もし通知が間違っていれば、事故や錯誤捕獲などの発見が遅れるのではないか？」という安全面への懸念や、「毎日山を見てシカの動向を探らなくてはシカを捕れないのではないか？」という捕獲効率に対する疑問があると考えられます。

そこで今回の調査では、ICT 通知システムの利便性と問題点を明らかにするため、システム導入により①どのくらい見回りが楽になるのか（見回り日数・時間）、②通知は信用できるのか（通知の精度）、③従来通り捕獲できるのか（捕獲効率）、の3点について調べました。

2 具体的な取組

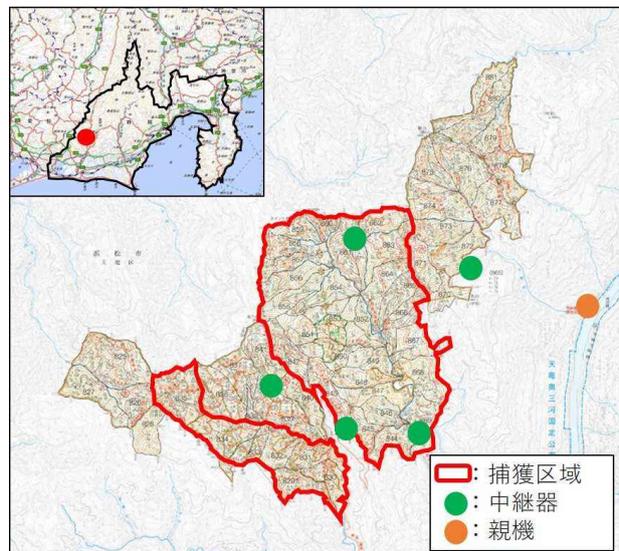
(1) 調査地・調査期間

静岡県浜松市天竜区 瀬尻国有林にて調査を実施しました（図-1）。シカの生息密度は1頭/km²とされています（R1年度静岡県による調査）が、森林被害量や捕獲実績から、実際はもっと多いと思われます。また、地形は起伏が激しく、携帯電話もほぼ圏外です。

同国有林796.19haを捕獲区域とし、令和2年2月17日から3月13日にかけての平日17日間で職員実行によるシカ捕獲を行いました。捕獲方法は、くくりわなの周りにヘイキューブを置く誘引捕獲としました。

また、同じ捕獲区域において、同年1月7日から2月5日の30日間で令和元年度有

害鳥獣捕獲委託事業も行っています。こちらも同じ捕獲方法で、同じ ICT 機器を使っていますので、一部の結果を今回の調査結果との比較・考察に使用しました。



(図-1) 調査地（捕獲区域・親機・中継器位置）

(2) 使用した ICT 機器

(株) フォレストシーのオリワナシステムという製品を使用しました(図-2)。

センサーは磁石による物理的検知型であり、子機の下部についている磁石とわなのワイヤーとを紐で結んで設置します。わなが作動すると磁石がはずれ、子機から信号が放たれます。

子機から中継器、親機への通信は LPWA (特定省電力広域無線) を使用しており、携帯電話圏外でも使うことができます。また、本製品の LPWA 電波は他社製品のものとは比べ高出力 (250mW) であり、樹木や起伏の激しい地形にも遮られずに届くため、本調査地のような山間地域での使用に適しています。

さらに、子機の位置座標、電池残量、通信状況やわなの作動履歴などの情報もパソコン上で確認することができるなど、わなの管理に役立つ機能も備えています。



(図-2) オリワナシステム模式図

(3) 調査方法

捕獲区域内に、ICT 有りのわなと無しのわなをそれぞれ 30 基ずつ設置し、以下の 2 チームに分かれて見回り・捕獲を行いました。

- ▶ ICT 無しチーム：ICT 無しのわな 30 基全てを毎日見回り、その際にわなの手直しや給餌が必要な所は随時行う。
- ▶ ICT 有りチーム：ICT の通知があった日だけ出かけ、通知されたわなだけを見て帰る。通知の無いわなは見回りをせず、手直しや給餌も行わない。

これらの 2 チームがそれぞれの方法で見回りをし、見回りをした日数、1 回の見回りにかかった時間と、捕獲したシカの数記録し、チーム間で比較しました。

また、この 2 チームによる見回りとは別に、通知の無かった ICT 有りのわなも毎日一通り見回り、捕獲やわなの不具合などが無いか確認することで、通知の正誤と有効な日数(仕掛けたわなのうち何基が何日間正常に機能していたか)を調べました。

3 取組の結果

(1) どのくらい見回りが楽になるのか？(見回り日数・時間)

見回りをした日数は、ICT 無しチームで 17 日、ICT 有りチームで 6 日でした。

また、1 回の見回りにかかった時間は、ICT 無しチームで平均 197 分、ICT 有りチームで平均 34 分でした。

見回りの日数と平均時間をかけ、見回り総時間を算出したところ、ICT 無しチームで 56.8 時間、ICT 有りチームで 3.4 時間となり、ICT 有りチームは ICT 無しチームより 94%少ないという結果になりました。このことから、ICT を使えば、見回りにかかる時間の大部分は削減できると言えます。

加えて、今回の調査で ICT を使用した職員からは、「見回る前に結果が分かっているので心の準備ができ、気が楽になる」「通知を見るのが楽しくて、毎日ついチェックしてしまう」などの

声も挙がっており、時間や労力だけでなく捕獲者の精神的負担も軽減する効果もあるようでした。

(2) 通知は信用できるのか？（通知の精度）

通知やわなの作動があった回数についてまとめると（表－1）のようになりました。

わな 30 基を 17 日間しかけた中で、ICT による通知があったのは 6 回であり、そのうち 2 回は実際にシカがわなにかかっていた。残りの 4 回は、わなが作動していないのに通知が発されており、誤報と言えます。また、通知が無かった 492 回のうち 491 回は実際にわなが作動していませんでしたが、1 回はわなが空はじきになっていました。シカは捕獲されていませんでしたが、わなの作動を検知できなかったということで、通知漏れとして扱います。

まとめると、通知のうち 3 分の 2 は誤報、わなの作動も 3 分の 1 は通知漏れであり、全体としての通知の精度をスレットスコアにて評価すると 29% となりました。

なお、参考として同年度の捕獲委託事業での結果も同様にまとめたところ、誤報率は約 2 割、通知漏れは 4 分の 1 となり、全体の精度は 64% となりました（表－2）。このことから、通知の精度は ICT 機器を設置する人の技術によって大きく変わることが示されました。

（表－1）職員実行捕獲における通知の正誤

	ICTによる通知			計
		有り	無し	
わ な の 作 動	有り	2	1	3
	無し	4	491	495
	計	6	492	498

※単位は「わな・日」

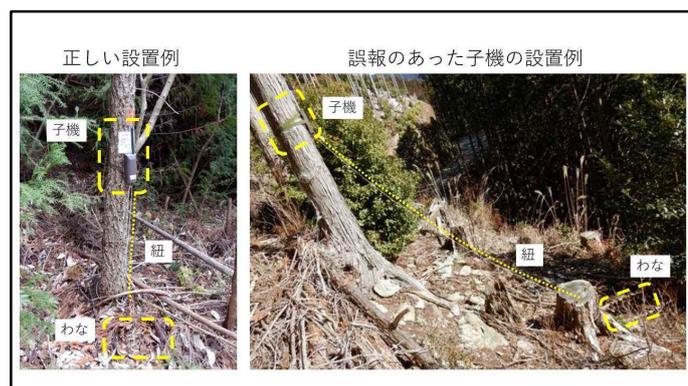
（表－2）捕獲委託事業における通知の正誤

	ICTによる通知			計
		有り	無し	
わ な の 作 動	有り	18	6	24
	無し	4	1,277	1,281
	計	22	1,283	1,305

※単位は「わな・日」

誤報や通知漏れの原因は、機器の設置方法によるものと、機器自体や電波の不具合によるものとに大別されます。今回の調査で発生した誤報 4 件中 3 件は、子機とわなが遠く、間を長い紐でつないで設置していたため、動物や風が紐を引っ張り磁石のみ外れたことが原因でした（図－3）。これに対し、委託捕獲事業では、設置方法による誤報は 4 件中 1 件だけであり、機器の設置技術の巧拙が誤報率に大きく影響していることがうかがえます。

また、通知漏れについては、誤報と同様に紐が長すぎるなどのほか、空はじきの検知が難しいという問題があったため、委託捕獲事業でも設置方法による通知漏れが 6 件中 4 件と多くなっています。



（図－3）子機の設置例

いずれにしても、機器や電波の不具合が原因と思われる例がゼロではないため、通知を 100%信頼することはできませんが、設置方法の工夫と改善により防げる誤報や通知漏れを減らしていけば、通知の精度を 8 割程度まで上げることができると考えられます。

(3) きちんと捕獲できるのか？ (捕獲効率)

有効な日数は、ICT 有りのわなで 1 基空はじきになったわなを直さずにいたため、その分 12 わな日少なくなりました。

捕獲効率は、ICT 有りで 0.0040 頭/わな・日、ICT 無しで 0.0078 頭/わな・日と、ICT 有りでは ICT 無しの半分程度という結果でしたが、同年の委託捕獲事業の捕獲効率 0.0153 頭/わな・日と比べると、両群とも相当低いことが分かります。今回の調査では捕獲数がそもそも少なく (ICT 無しで 4 頭、ICT 有りで 2 頭)、捕獲効率を比較するのは意味が無いと判断しました。

今回の結果からは、捕獲効率について確かなことは言えませんでした。調査の中で感じた ICT のメリットとデメリットを挙げてみます。

まずメリットは、見回りが減るので人がシカ的生活圏に立ち入る頻度が減る、わな周辺に人の匂いや足跡などの痕跡が残りにくいことにより、シカの警戒心を和らげる効果があるのではないかと、ということです。

デメリットは、わなの近くに餌が無くなっても追加されないことによる誘引効果の低下、不具合 (空はじき・故障・雨風による露出など) のあるわなを放置することによる有効な日数の減少が考えられます。

このように、見回りが減ることによりシカが捕獲しやすくなる、しにくくなる両方の影響が考えられ、どちらが大きいかを調べることは難しいと思われます。

4 まとめ

- ICT 通知システムを活用することで、見回りにかかる時間は 9 割減と劇的に楽になり、精神的負担の軽減も期待されます。
- 通知は完璧に信頼することはできませんが、設置方法の習熟と工夫により、6 割以上、おそらく 8 割くらいまでは精度を上げられます。
- 捕獲は通常のくくりわなと同じように可能ですが、わなの不具合の放置や餌による誘引効果低下など、見回りをしないことによる悪影響も無いとは言い切れません。

以上のことから、今後 ICT 通知システムを活用する際には、まずは「部分的に頼る」こと、例えば 2~3 日に一回は全てのわなを見回って給餌や手直しを行う、というような方法により、デメリットを回避しつつ省力化を図れるのではないかと考えます。そして、このようなやり方で使用する中で、使用者の技術や製品そのものの性能を向上させ、通知の信頼度を上げてゆき、将来的には見回りの代わりとして安心して使えるようになれば良いなと思います。

ドローンを使用した林地除草剤散布による下刈省力化の可能性について

茨城森林管理署 村上 周

1 課題を取り上げた背景

近年の茨城森林管理署における下刈事業面積は約 800 h a と非常に大きく、造林事業全体において大きな割合を占めています。また、下刈作業自体も酷暑や急傾斜地での作業が多く、従事者の心身への負担が非常に大きいことから、安全面の改善・作業の省力化が喫緊の問題となっています。そこで当署では林地除草剤の無人マルチローター（以下、ドローン）による空中散布を人力刈払と組み合わせることで、下刈作業の省力化ができないかと考えたところです。

当署では、令和元年 7 月につる切り作業の代替として、ドローンによる林地除草剤の空中散布を実施しました。その結果、人力による薬剤散布と比べて、空中散布ではコストは増えるものの作業効率は格段に上昇し、効果も遜色ないことが分かりました。一方で、林業での空中散布例は未だ少なく、下刈作業の代替として使用できるかについては未検証です。そこで本研究では、3 年生の植栽地を対象に、ドローンによる林地除草剤の空中散布を実施、人力刈払と比較したメリットやデメリットの検証、ドローンによる下刈省力化の課題や可能性について考察を行うことを目的としました。

2 具体的な取組

本研究の事業地は、茨城県城里町の国有林、ドローンによる空中散布を 2.32ha、人力刈払による下刈を 2.19 h a 実施しました。事業期間は令和 2 年 7 月 1 日から 8 月 28 日、植栽樹種は 3 年生のスギとヒノキです。空中散布に用いた薬剤は、ホドガヤアグロテック社のザイトロンフレノック微粒剤という白い粒剤で、ha 当たり 90kg の濃度で散布を行いました。

今回の研究では事業地を、空中散布のみのプロット①（1.60ha）、人力刈払のみのプロット②（1.47ha）、空中散布と人力刈払を半分ずつ組み合わせたプロット③（1.44ha）の 3 つのプロットに分割して実施しました（図 1）。なお、プロット③については、当初空中散布を先行して実施後、効果が悪い箇所について補助的に人力刈払を行う予定でしたが、天候不順により人力刈払を先行せざるを得なくなったため、従事者と実際に現場を見ながら協議し、比較的作業が容易な作業道周辺を人力刈払、それ以外の部分について空中散布としました。

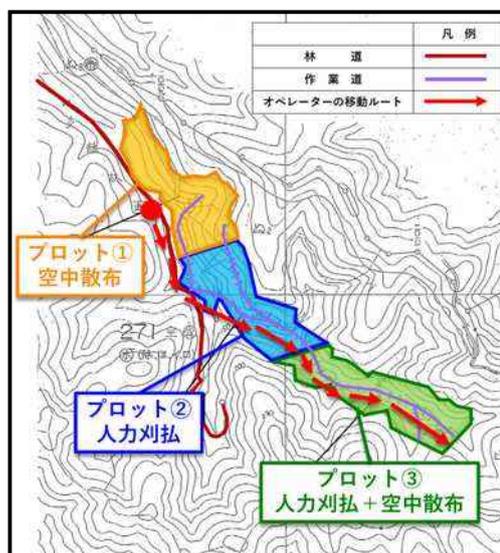


図 1 事業地概要

作業は、まず8月10日～19日の内、5日間でプロット②全域とプロット③作業道周辺の人力刈払を先行して実施後、19日に空中散布箇所現場確認・飛行デモ、20日に実際に空中散布を実施しました。空中散布は朝露の残る午前4:30に開始し、プロット①からプロット③に向けて林道や作業道をオペレーターが移動しながら実施、午前9時に全面積の散布が完了しました。

今回使用したドローンは、DJI社のAGRAS MG-1Pという機体で、従来型と比較して障害物検知・高度維持機能等が改良されており、山林のような複雑な地形の散布に適しています。アームをたたむと幅80cm、高さ60cm程度であり、重量も9.5kgとコンパクトで運搬も容易です。本体下部の容器には最大10kgの薬剤を搭載可能で、最大まで薬剤を積んだ状態でも、約10分の飛行が可能です。また、前方にはカメラがついており、通信端末の画面でドローン周辺の様子を確認しながら散布することが可能です。

薬剤散布に当たっては、事前に地元市町村及び周辺住民への説明、資料の配付等を行い、理解を得ました。加えて事業地入り口には、空中薬剤散布実施に係るお知らせ用の看板を設置し、周辺住民が間違えて入らないように配慮しました。また、地元市町村より要望を受けて、事業地側の沢において水質検査を行いました。実施前、実施1ヶ月後、実施3ヶ月後の3回、試験地側の沢上流と下流の2箇所それぞれ水を採取して、薬剤の主成分であるトリクロピル、テトラピオンの検査を行いました。

3 取組の結果

(1) 林地除草剤の効果について

空中散布実施箇所について下草の経過観察を行ったところ、散布一週後の時点で下草の葉に黄色みがかかり、しおれ始め、2週間後には、枯死した物が目立ち始め、2ヶ月後には、一部を除いてほぼ全ての下草が枯死したことが確認できました。一方で、2ヶ月後時点でも植栽木は枯死することなく、健全に成長が来ていることも確認出来ました。(写真1)

また、人力刈払区と空中散布区の経過を比較してみると、散布一週間後の時点では、人力刈払区でのみ下草が少ない状態ですが、2週間後辺りから空中散布区で下草が枯死し始め、2ヶ月後には、人力刈払区では新たな下草が広く繁茂し始めた一方で、空中散布区では下草が少なく新しい繁茂もほぼ無いことが確認出来ました。(写真2) このことから、空中散布箇所では林地除草剤により下草の繁茂が抑制されているのが確認



写真1 空中散布実施箇所の経過写真
(赤丸は植栽木を示す)

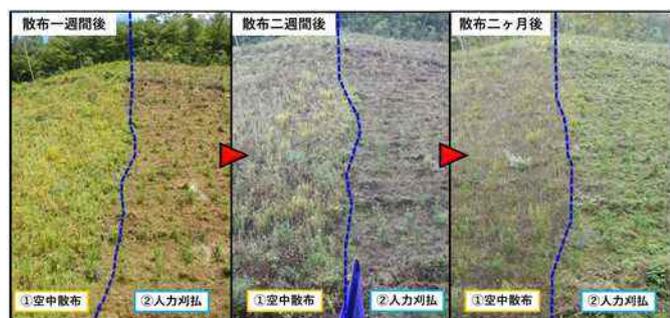


写真2 空中散布区と人力刈払区の経過写真

出来ます。

また、併せて実施した水質検査については、実施時期・場所別に報告書を提出頂きましたが、6検体いずれも設定した基準値未満であり問題ないことが確認出来ました。

(2) 作業効率について

空中散布に係った時間について観測を行ったところ、プロット①においては薬剤散布に75分、薬剤補充やバッテリー交換に28分の合計103分で1.1時間/ha、プロット③では散布が56分と補充等が17分に加えて、トラブルの処理に42分かかり、合計115分で2.7時間/haでした。一方で、人力刈払の場合、プロット②においては15.8時間/ha、プロット③においては9.8時間/haであり、空中散布では大幅に作業時間が短縮されることが確認出来ました。なお、プロット③の空中散布におけるトラブルは、植栽地際の枝の巻き込みによるプロペラ破損及び薬剤の湿気に伴う噴出口への薬剤詰まりによるものであり、空中散布ではこうしたリスクが発生しうることも確認出来ました。

また、今回の事業における1日当たりの所要人工数を調べたところ、空中散布はオペレーター1名、ナビゲーター1名、作業補助者が3名の組み合わせで計5人工、人力刈払は5日間の平均を計算すると



図2 各プロットにおける作業効率

4.5人工でした。これを踏まえて、1人1時間当たりの作業量を計算すると、空中散布の場合0.168ha/時間・人、人力刈払が0.014ha/時間・人であり、人力刈払と比較して空中散布の作業効率が約10倍に上がる事が分かりました。(図2) また、人力との組み合わせを倍程度に効率が上昇することが確認出来ました。

(3) コストについて

本試験におけるそれぞれの作業にかかったha当たりの費用は、人力刈払が約145,000円、空中散布が約540,000円であり、空中散布の費用が人力刈払の約3.7倍でした。一方で、昨年度の当署で実施した空中散布の実績と比較すると、面積を広げた事により単位面積当たりの費用は減少していました。また、本事業は1日の作業でしたが、さらに実施面積を広げて数日間の作業になると、機材費や運搬費等のコストが安くなる事が想定され、さらに空中散布の費用が抑えられる可能性があります。

4 まとめ

(1) ドローンによる空中散布のメリット・デメリットについて

ここまでを踏まえてドローンによる空中散布のメリット・デメリットを考察したところ、まず大きなメリットとして、大幅な作業効率の増加、作業時間の減少に伴い、従事者の省力化や安全面の向上が図れたことです。また、作業条件の悪いところを空中散布で補うだけでも、人

力刈払自体の作業効率を上昇させることが出来ると考えます。さらに、空中散布箇所の下草の繁茂が減少した事から、翌年以降の下刈作業の簡素化・省略につながる可能性があります。実際に昨年度空中散布を実施した植栽地は、7月時点でササ類の枯死や下草が少ない様子が確認出来ています。（写真3）

続いてデメリットについてですが、まず人力刈払と比べるとコストが大きいことがあげられます。ただ、コストについては、今後のドローン需給の展開次第では改善が期待できるのではと考えられます。その他のデメリットとしては、天候等作業可能条件がシビアなこと、薬剤散布に係る地元理解が必要なこと、薬剤やバッテリー充電用の発電機等の資材運搬がネックなこと等があげられます。また、田畑での散布と比較すると山地は見通しが悪く、傾斜も急で距離感覚がつかみ難いことに加えて、植栽地際では周辺樹木の枝等が支障となり、散布が難しくまきむらが発生しやすいことからオペレーターやナビゲーターの技術がより必要なことも課題の一つです。（写真4）



写真3 令和元年度薬剤散布実施
1年後（R2.7）の様子



写真4 空中散布実施1ヶ月後の様子
（植栽地際にまきむらがある）

（2）今後の課題・展開について

最後にドローンによる空中散布における今後の課題・展開についての考察です。

まずは、現状ではデータが不足しており、幅広い事業への展開が難しいことから、様々な作業条件下における試験データの蓄積、それを元にした標準的な歩掛かりや仕様書の作成が必要です。また、オペレーターの技術的な問題を解消する上での自動運転による散布の検討、資材運搬を省力化するためのドローンによる資材運搬の検討といった、今回分かった問題を解決する上での新たなドローン技術の検証や薬剤散布を実施した箇所の経過観察等を行い、薬剤散布による下刈作業の効率や植栽木への影響を調査・分析することも重要だと考えられます。

ここまでの結果より、本研究においてはドローンによる林地除草剤散布により下刈作業の省力化・安全面の向上が十分期待できます。今後は、コスト面の解消・オペレーターの技術向上等、本研究で分かった課題の解消に向けて、さらなる事業の展開、データの蓄積に取り組んでいけたらと考えているところです。

桐生木材ヤードの開設と運営への支援について

群馬県桐生みどり振興局 桐生森林事務所 青木 宏樹

1 課題を取り上げた背景

平成 28 年 3 月、桐生市は「桐生市まち・ひと・しごと創生総合戦略」を策定しました。重点施策の一つに「森林・林業再生のための基盤整備」があり、具体策として「市場併設型木材ストックヤードの整備に対する支援」があります。市域の 7 割を占める森林から得られる森林資源を活用して林業を活性化することを目的としていました。（図 1）

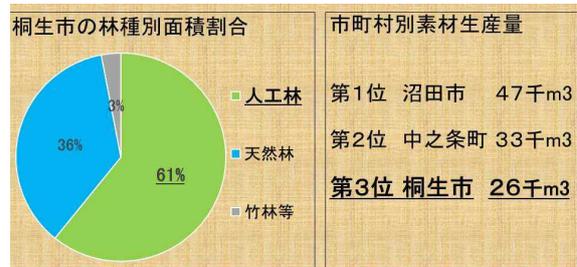


図 1 桐生市の概況

県森林・林業基本計画の達成に向けて素材生産量の増加を目指しているなか、県東部地域の林業・木材産業の活性化にとって木材集出荷施設の整備は重要な課題です。

桐生市の本構想は隣接するみどり市をはじめとする管内林業への波及効果も期待できることから、事務所としても広域的な成果につながる取組と位置づけ、桐生木材ヤードの開設の実現に協力したので、報告します。

2 具体的な取組

次の活動を通して市及び関係者に協力しました。

○事業主体の選定について

市内梅田町には民間事業者が平成 6 年度から運営している小規模な木材市場がありました。

まず、本構想を推進するにあたり既存市場事業者と協議して、施設整備への理解と施設運営への参画について同意を得ました。

また、今後の取扱量の増加を見込み、事業規模を決めるため、既存市場の近年の集出荷量、売り方・買い方、そして運営形態等の分析を行いました。（図 2）

項 目	既存市場事業者	地元森林組合	県森林組合連合会
販路	◎	×	○
市場運営ノウハウ	○	×	◎
事業実施体制	△	○	◎
事業所所在地	◎	○	△

図 2 運営形態等の分析

既存市場は、販路や運営ノウハウ、事業所所在地は良好でしたが、事業実施体制は、零細で今後の規模拡大に不安が残りました。

地元森林組合は、事業実施体制や事業所所在地は好条件でしたが、市場の運営経験はなく、販路やノウハウがありませんでした。

群馬県森林組合連合会（以下 県森連）は既に市場を運営しており、販路やノウハウ、事業実施体制は優れていましたが、事業所所在地が桐生市から遠く他に比べて不利な条件でした。さらに、市の構想には木質バイオマスの利用が盛り込まれ、従来の建築用材に加え、低質材の集出荷についても考慮する必要がありました。

これらの諸条件等を勘案して事業主体は県森連に決定しました。（写真1）



写真1 打合せ状況

○事業地の選定と整備について

市の候補地案1（広沢町五丁目）、候補地案2（梅田町四丁目）について関係者で現地調査を行いました。（図3）

候補地案1は、民地で国道から近く出荷には適してはいますが、用地が若干狭く、山地から遠いため、集荷には不適でした。

候補地案2は、市有地で国道から遠いのですが、用地が広く、山地から近いため集荷には適してはいました。関係者で協議を重ね、最終的に市有地である候補地案2に決定しました。

施設整備に向けていくつかの課題がありましたが、県道から施設までのアクセス道路に大型トラックの通行が困難な狭隘箇所があることが最大のネックでした。これについては、当事務所の林道事業担当者の協力を得て解決策を練りました。

また、施設用地の確保についても経費の軽減を検討しました。

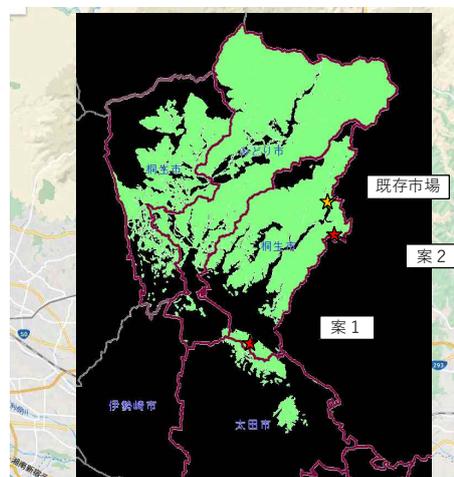


図3 位置図

○補助事業の活用について

事業のインシヤルコストを抑えるために、施設整備に係る適用可能な国庫補助事業の採択要件等を整理し、事業主体と市、県との連絡調整を行いました。

3 取組の結果

県森連が事業主体となり、平成30年度に桐生市梅田町四丁目の市有地に県産材流通拠点施設整備事業（木材加工流通施設等の整備）を活用して施設整備を行い、令和元年6月に桐生木材ヤードが開所しました。市の支援を受けて施設用地を確保できたことから、土地使用に係る経費の低減ができました（図4、写真2）

当該施設は県森連が運営・管理しますが、木材受入-選別-仕分-検知等現場での実際の作業は桐生広域森林組合に委託されました。また桐生広域森林組合では既存市場の社長を木材係長として

迎え入れ、今までの市場運営のノウハウを活かすこととなりました。



図4 桐生木材ヤード整備の概要



写真2 全景

問題のアクセス道路は市が林道として幅員を拡張する工事を行い、大型トラックの通行が可能となりました。（写真3）

既存市場の取扱量は9,000～14,000m³/年（平成24～28年）で、売り方は桐生市梅田町が主で、買い方は県内の製材所を主体に埼玉県や栃木県にもいることが分かりました。また、近隣にバイオマス発電所が開設され、低質材の需要が新たに見込まれました。これらを基に当該施設の5年後の取扱量の目標は一般材16,000m³/年、低質材10,000m³/年に設定しました。



写真3 道路の改良状況

木材ヤードの稼働状況ですが、初年度の目標達成率は、一般材で67%、低質材43%でした。

令和2年度上半期の目標達成率は一般材で54%、低質材で58%と大変厳しい状況が続いています。

木材価格の低迷と他県との価格競争に加えて、新型コロナウイルス感染症拡大による景気の落ち込みが影響し、単年度毎の目標達成が困難と見込まれます。（図4）

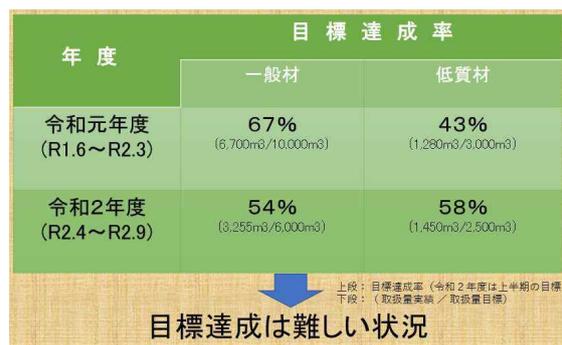


図4 木材ヤードの稼働状況

当事務所では、目標達成に向けた取り組みとして、木材ヤードにより多く出材するため、桐生広域森林組合と打合せを行い、適用可能な補助事業を提案し、実施に向けた検討を行いました。

その結果、1000m³の出材予定地が確保できました。今後も継続的に出材量が増やせるように桐生広域森林組合と連携し、支援していきます。

4 まとめ

これまでの取り組みで既存市場と県森連のノウハウを取り込んだ施設を実現することができました。目標達成に向けた課題を整理します。(図5)

○安定した販路、木材価格の安定化

木材ヤードは県境の集荷しやすい山地に設置されたので、地の利を活かして県内及び隣接県を含め幅広く安定した販路を拡大し、協定販売により、スケールメリットを活かした木材価格の安定化を推進する必要があります。

○効率的な流通システムの整備

低質材は、間伐由来材についてはバイオマス燃料としての活用が見込まれています。また、利幅が少ない低質材の出荷量を増やすため、生産の現状及び課題把握を行い、有利な価格で販売につなげる方法の検討が必要です。

○素材生産量の増大

木材ヤードは初年度、年度の途中からの運営でありながら、一般材で目標達成率の67%と順調な滑り出しでした。令和2年度は木材価格の低迷や他県との価格競争等により、苦戦が続いております。

目標達成に向けて、桐生広域森林組合と林業事業体のさらなる素材生産量の増大を推進することが必要です。

新型コロナウイルス感染症拡大により様々な負の影響がある一方で、新しい生活様式が浸透し、あらゆる場面で生活の変化が進んでいます。林業において、これらの変化の波をチャンスに捉えて、林業普及指導員として情報提供や支援を行い、地域林業の活性化に資する施設となるよう協力していきたいです。(写真4・5)

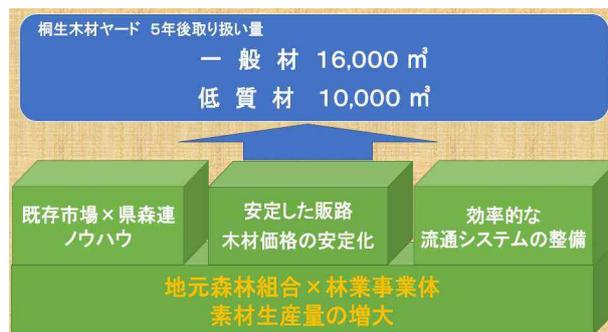


図5 今後の方向及び課題



写真4 森林組合との打合せ



写真5 木材ヤード聞き取り状況

福島県会津地域における生物多様性に配慮した工法の検証

福島県会津農林事務所 森林林業部 技師 半沢 竜馬

1 課題を取り上げた背景

世界には3,000万種以上、日本にも9万種以上の生物が生息するとされ、森林における生物多様性の保全に対する関心や期待が国内外で高まる中で、森林土木事業においても期待される役割を十分に果たせるよう、生物多様性の保全に向けた取組を含めて森林における健全性の維持・確保に取り組みねばなりません。生物多様性については科学的に解明されていない要素が多くあり、森林生態系の不確実性を踏まえた順応的管理が必要ですが、技術的知見の集積がなお不足しています。

戦後、緑化工は国外産のイネ科草本による急速緑化が主流でしたが、平成5年『生物多様性条約』の発効を機に公共工事が生物多様性に与える影響について関心が高まりました。その後、外来動植物の拡散を防止する『特定外来生物に係る生態系の被害の防止に関する法律』が施行され、緑化工に使用される植物にも規制が加えられました。COP10での『愛知目標』では「令和32年までに生物多様性保全を実現する行動が求められる。」とあり、公共工事においても生物多様性保全への取組が求められる情勢です。

福島県会津地方の森林計画を記した『会津地域森林計画』は生物多様性の保全への取組に関する条項を掲げており、福島県会津農林事務所では磐梯朝日国立公園をはじめ自然保護区域を管内に複数有する状況を踏まえ、森林土木事業にて生物多様性に配慮した工法を複数導入してきたところです。

生物多様性工法は箇所ごとに特有の実情を踏まえて検討し、(表—1)で示した箇所で施工しましたが、実際の効果について検証を受ける機会はほとんどありませんでした。

表—1 生物多様性に配慮した工法の導入箇所

区分	地区路線名	場所	工法	(*)
治山	大府平原	北塩原村大字桧原字大府平原	植栽工	○
治山	飯豊山	喜多方市山都町大字一ノ木字飯豊山	植栽工	○
治山	小桑原	金山町大字小栗山字小桑原	谷止工	○
治山	居平	金山町大字玉梨字居平	山腹工	○
治山	高森	金山町大字太郎布字高森	流路工	○
治山	古屋敷	金山町大字大志字古屋敷	谷止工	○
治山	台ノ板	会津若松市大字上小塩字台ノ板	流路工	○
治山	風除林	会津若松市湊町大字静瀉字風除林	柵工	○
治山	木根沢	金山町大字水沼字木根沢	流路工	○
治山	後沢	喜多方市山都町大字小舟寺字本村林	流路工	
林道	大滝線	会津美里町松坂	道路工	
林道	川入線	山都町大字一ノ木字飯豊山	道路工	○
林道	上井草線	金山町大字川口字中山	道路工	○
林道	坂下・新鶴線	会津坂下町及び会津美里町	道路工	
林道	新鶴・柳津線	柳津町及び会津美里町	道路工	

(*)は自然公園法に基づく開発行為として環境省等との協議の有無。○：協議有り。

そこで今回の発表では、以下の三点を目的とします。第一に、植物の生物多様性に着目し、植物の生物多様性に配慮した工法（流路工・山腹工）で導入した箇所の事例及び現況を報告します。第二に、付近の従来工法及び自然環境と比較しながら生物多様性を数値化することで、生物多様性に配慮した工法の効果を検証します。第三に、工法に問題が認められる場合、今後必要な維持管理手法を検討します。

今回の検証結果は、生物多様性に配慮した工法の活用や、生物多様性を保全する適切な維持管理手法に関する基礎的なデータとなることが期待されます。

なお、今回紹介する事例は施工当時の技術基準に即したもので、最新の基準には適合していない点もあることを御理解願います。

2 導入事例及び確認結果

(1) 流路工（喜多方市山都町 復旧治山事業「後沢」地区）

平成18年度復旧治山事業「後沢」地区では、農地付近の自然溪流の侵食防止のため流路工を設置しましたが、付近の里山の景観維持及び環境負荷軽減を目的に生物多様性に配慮した工法を採用しました。

コンクリート三面張りに袋状籠マットを設置しました。籠マットは福島県共通仕様書で定める仕様の一般製品(L=1.5m, W=1.5m, H=0.5m)を用い、流水による洗堀を防ぐため20mを目安に帯工を設置しています。土砂堆積と自然進入による植生の形成を意図しています。

令和2年9月（工事から14年後）に現地を確認したところ、(図—1) 籠工の約70%（面積比）に2~28cm程度の土砂が堆積し、植生も確認されました。籠工には洗堀及び目詰まりは確認されず、流路工としての機能が維持されていました。

(2) 山腹工（北塩原村檜原 自然環境保全治山事業「大府平原」地区）

平成9年度から16年度まで、自然環境保全治山事業「大府平原」地区にて、露岩急崖部の崩壊落石防止を目的に山腹工を実施しました。

当該地区は、磐梯山登山口付近（磐梯朝日国立公園特別保護地区内）にあります。融雪による浸食で岩盤がむき出しになり、平成4年、通行車両に落石が衝突する事故が発生しました。国立公園と協議した結果、落石被害防止を優先しながら、生物多様性に配慮した工法を採用し、平成16年11月2日に竣工しました。

石積工、法粹工、柵工に加えて、厚層基材吹付工 t=3cm、t=7cmの2種を採用し、購入種子による実播工（草本種）及び購入苗木による植栽工（木本種）を箇所全体に実施しました。

当時採用した植物種は、(表—2) のとおりです。

在来草本種は、現地周辺で確認される4種を全て導入の対象とし、外来草本種は、初期生長が速く、耐寒性・耐陰性を有し木本との混播に適する2種を選定しました。木本類は、現地周辺に自生する3種を選定しました。なお、当時の緑化基準を踏まえ、国立公園と協議した上でトールフェスク、オーチャードグラス、イタチハギ（要注意外来植物）を使用しました。

令和2年10月（工事から16年後）に現地を確認したところ、(図—2) 落石防止柵に落石はなく、融雪

表—2 大府平原地区に採用した植物種名

区分	植物種
在来草本 (実播)	ヨモギ
	イタドリ
	ススキ
	メドハギ
外来草本 (実播)	トールフェスク
	オーチャードグラス
木本 (植栽)	ヤマハギ
	イタチハギ
	ヒメヤシャブシ
	ヤマハンノキ



図－1 流路工（後沢地区）の状況

（a）竣工時の全景（b）確認時（14年後）の全景（c）竈工の上に堆積した土砂（d）堆積した土砂の上に繁茂する植生（e）確認時の竈工



図－2 山腹工（大府平原地区）の状況

（a）竣工時の全景（b）確認時（16年後）の全景（c）山腹に堆積した腐葉土（d）平成9年度施工地に進出する在来植物（e）石積工上部にせり出したヤマハギ

による土壌浸食もありませんでした。施工地にはヒメヤシヤブシ、ヤマハンノキ、ヤマハギの高木がみられ、土壌は付近の落葉による腐葉土層が厚く堆積していました。植生回復による崩壊落石防止という当初の目的が達成されていました。

草本はほぼアカソが占め、オーチャードグラス、トールフェスクは落葉層で被圧されました。周縁部にはイロハモミジやワラビなど付近の在来植物が侵入していました。

3 評価の方法及び結果

植生調査は（図—3）の丸で示した地区にて実施しました。

植生調査にはコドラート法を採用し、①後沢地区では草本類を対象に代表的な植生を示す2㎡を抽出して、②大府平原地区では木本類を対象に代表的な植生を示す100㎡を抽出し、枠内の生物種数を数えるとともに、付近の自然環境及び従来工法でも同様に測定しました。

計数した生物種数をもとにシャノン・ウィナーの多様性指数、ソーレンセンの類似度指数により生物多様性を数値化しました。

なおシャノン・ウィナーの多様性指数 H' 、及びソーレンセンの類似度指数 QS は次の式で表すことができます。

$$H' = -\sum_{i=1}^S (P_i \cdot \log_{10} \frac{P_i}{P})$$

S ：生物種の数、 P_i ： i 番目の生物種の個体数、 P ：全生物個体数

$$QS = \frac{2c}{a+b+2c} \times 100[\%]$$

a ：生物多様性工法のみで出現した種数、 b ：自然環境のみで出現した種数、 c ：双方に共通して出現した種数



図—3 調査実施地区

①後沢地区及び②大府平原地区の○で示した箇所にて実施。茶色：生物多様性に配慮した工法、灰色：従来工法、緑色：自然環境。

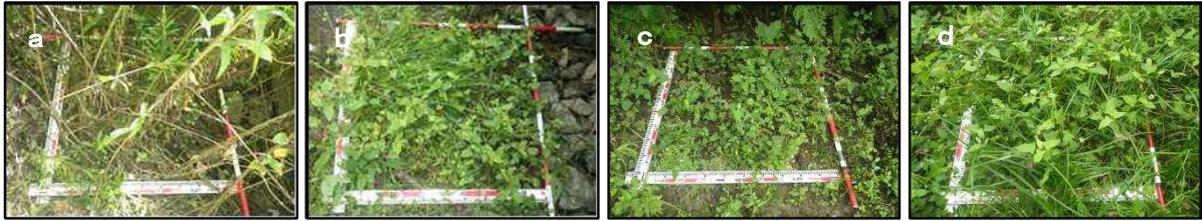
（1）流路工（喜多方市山都町 復旧治山事業「後沢」地区）

調査区の状況は（図—4）のとおりです。生物多様性に配慮した工法では6種類の草本が確認されました。他方、従来工法では0種類、付近の自然環境は7種類の草本が確認されました。

確認された草本種については（表—3）のとおりです。これを踏まえて生物多様性に配慮した工法では多様性30.73であり、自然環境では多様性30.07、そして類似度33%でした。

以上の結果から、草本類について多様性指数と類似度指数が低い結果に留まりました。耕作放棄地に近い下流側で、付近のセイタカアワダチソウ（外来種）が侵入して遷移が遅れたことが原因と考えられます。またデータには示していませんが、風散布型木本類であるキリが1本定着し、直径8cm程度になりました。キリは付近に存在せず、遠方から飛来したものと推測されます。

『林野公共事業における生物多様性保全に配慮した緑化工の手引き』に沿って実行する工事の施工、保育・管理ガイドブックによればセイタカアワダチソウ自体が流路工の機能喪失には関係しないものの、木本類が定着すると流路工の機能が失われるおそれがあります。流路工の維持管理の観点からも、流路の維持に不適当な植物種の除去が必要と考えられました。



図—4 後沢地区にて調査した区画

(a) (b) 生物多様性に配慮した工法にて調査した区画 (c) (d) 自然環境にて調査した区画
 なお、従来工法では植生が無いため省略しました。

(2) 山腹工 (北塩原村檜原 自然環境保全治山事業「大府平原」地区)

調査区の状況は(図—5)のとおりです。植生を確認したところ、生物多様性に配慮した工法では4種類の本木が確認されました。他方、付近の自然環境では5種類の本木が確認されました。

確認された本木種については(表—3)のとおりです。これを踏まえて生物多様性に配慮した工法では多様度 15.93 であり、自然環境では多様度 18.01、そして類似度 22%でした。



図—5 大府平原地区にて調査した区画

(a) 生物多様性に配慮した工法にて調査した区画 (b) 自然環境にて調査した区画

表—3 調査した区画で確認された植物種及びその個体数

後沢地区

区分	植物種名	個体数
a	セイタカアワダチソウ	23
	ミゾソバ	19
	ヤブマメ	4
	ヨモギ	3
	イヌタデ	2
	ツユクサ	2
b	ミゾソバ	24
	スギナ	9
	イタドリ	5
	カナムグラ	4
	ススキ	4
	カキオドシ	2

※多様度 (a) 30.73 (b) 30.07。類似度 33%

大府平原地区

区分	植物種名	個体数
a	ヒメヤシャブシ	17
	メドハギ	8
	コマツナギ	5
	ヤマハンノキ	2
b	ノリウツギ	20
	ハウチワカエデ	7
	ウダイカンバ	5
	ヤマハンノキ	2
	イロハモミジ	1

※多様度 (a) 15.93 (b) 18.01。類似度 22%
 いずれも (a) 生物多様性に配慮した工法にて調査した区画 (b) 自然環境にて調査した区画

以上の結果から、木本類について類似度指数は低い数字を示し、生物多様性に配慮した工法では自然環境とは異なる植生が構成されていると判明しました。

生物多様性に配慮した工法ではヤマハンノキやヒメヤシャブシを植栽しました。それらは先駆種として法面の土壌保持に大きく寄与しました。周縁部ではイロハモミジなど付近の在来植物が侵入していることから、今後の遷移で極相種が増えると考えられます。

工法の問題点としては、植栽したヤマハンノキが枯死して倒れた痕跡がありました。10mを超える樹木が倒れた場合、村道の通行に影響が出るおそれがあることから、樹勢が弱った木を予防的に除伐する必要があると考えられました。

4 まとめ

福島県会津農林事務所が生物多様性に配慮して施工した治山施設 2箇所について、15年以上が経過した段階での現状確認と生物多様性の評価を行いました。

適切な工法を選択することで、本来求められる流路工や法面工の機能を維持しながら、生物多様性の保全とも両立可能であることが示唆されました。ただし治山施設の一般的な耐用年数（30年以上）に亘る治山機能の保全には適切な維持管理が必要です。

『国土強靱化計画 2020』では「治山施設の整備や機能強化・老朽化対策、森林の整備を組み合わせた対策の実施」を進めながら、「自然環境の持つ防災・減災機能をはじめとする多様な機能を活かす『グリーンインフラ』としての効果が発揮されるよう」取組を推進するものと明記されています。

治山林道施設は昨今の激甚災害から人々を守る使命を帯びる一方で、自然環境への影響に対する市民の関心も高く、生物多様性の保全が併せて望まれます。同計画の標榜する「多様な機能を活かす『グリーンインフラ』」の構築のためには、複数の機能を兼ね備えた高性能な施設の設置及びその維持管理が求められます。

福島県会津農林事務所では、効果的な治山林道施設の設置及び維持管理と併せて、生物多様性に配慮した工法の導入を進めながら、森林環境が持つ多様な機能を活かす森林土木事業を今後も展開する所存です。

【引用文献】

- 小泉武栄（2018）地生態学からみた日本の植生．文一総合出版，pp. 277-296.
- 甲山隆司ほか（2004）植物生態学．朝倉書店．pp. 262-295.
- 佐藤尚弘，山田守，大島千和，尾頭誠，西村和明，金子直樹（2012）治山事業における生物多様性保全に配慮した緑化工．水利科学 No. 350，2016，pp. 34-59.
- 森林総合研究所 編（2020）生物多様性に配慮した森林管理テキスト（関東・中部版）．国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所，47pp.
- 日本緑化工学会（2019）生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言 2019. 日本緑化工学会誌. No. 44(4). pp. 622-628.
- 林野庁 編（2016）平成 27 年度生物多様性の定量化指標の活用に関する実施業務報告書．林野庁，48pp.
- 林野庁 編（2011）林野公共事業における生物多様性保全に配慮した緑化工の手引き．林野庁，40pp.
- 林野庁 編（2011）「林野公共事業における生物多様性保全に配慮した緑化工の手引き」に沿って実行する工事の施工、保育・管理ガイドブック．林野庁，40pp.
- 内閣官房 編（2020）国土強靱化年次計画 2020．内閣官房，199pp.

様々な苗サイズに適応した下刈技術の開発

森林技術・支援センター 仲田 昭一

1 課題目的

成長が遅いといわれるヒノキ苗を使用し、苗令の異なる苗木と下刈の方法の組合せによって造林初期保育費用の抑制に繋がる可能性を目的として調査を行いました。

林地に植栽可能な苗木種類の選択範囲を拡大する可能性を探るため、通常用いられる3年生裸苗の他に1・2年生裸苗、3年生大苗の裸苗、1年生コンテナ苗の5種類の苗を植栽しました。また、下刈回数削減による経費削減の可能性を探るため、通常下刈の他に隔年下刈と無下刈の各作業種を行う区画を設定しました。規格別苗木と下刈作業種を組み合わせることにより、様々なサイズの苗木が成長にどのような影響を及ぼすかを検証し、各種苗木と必要な下刈作業種やその回数を明らかにする事としました。

平成30年度業務研究発表で3年間の成果を発表した課題ではありますが、今年度5年生となり下刈が完了したのでその結果を報告します。

2 試験地の概要

調査地は、茨城県桜川市加波山の中腹に位置する天岳良国有林238よ林小班に試験地を設定しました。標高は400から450mであり、斜面は北東向き斜面となっています。面積は2.19haで、前生樹はヒノキ55年生で材積は524m³/ha平均樹高は19mで、地位上の林分でした。更新樹種はヒノキとし、植栽密度は2,000本/haを植栽し、土壌型はBD(d)でした。

3 調査方法

3箇所のプロットを設置し、プロットごとに通常下刈、隔年下刈、無下刈のサブプロットを設置しました(図-1)。植栽方法は、各苗サイズの成長特性を比較するために、1年生コンテナ苗、1・2・3年生裸苗、3年生裸大苗をサブプロットごとに2列ずつ60本を目安に植栽しました。植栽配列は苗の優位をなくすためランダムに植栽しました(図-2)。



図-1. 試験地配置図



図-2. 試験地の設置・配置例

調査方法は2016年6月の植栽時に成長を比較するための樹高と根元径を測定し、秋には競合状態についても調査しました。更に2019年の夏季に最も苗木成長に影響を与える競合植生種とその植生高のほか

植栽木の枝張、樹高が 125cm 以上となった植栽木については胸高直径を調査しました。なお、競合状態については山川ら (2016) の指標を参考として植栽木の競合度を分類化しました。年時ごとの下刈回数については表-1 のとおり、通常下刈は 4 回、隔年下刈は 2 回実施しました。2020 年の作業区ごとの作業前、作業後の現況については写真-1 から 3 に示しました。

表-1. 調査地の作業履歴

	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	下刈回数
	植栽	下刈	下刈	下刈	下刈	
通常下刈	●	○	○	○	○	4回
隔年下刈	●		○		○	2回
無下刈	●					0回



写真-1. 通常下刈区の下刈前後



写真-2. 隔年下刈区の下刈前後



写真-3. 無下刈区の現況

4 調査結果

苗ごとの生存率を見ると、1年生苗の生存率は通常下刈でも 72% とほかの苗木に比べ低い状態となっていました。作業種ごとの生存率では、隔年、無下刈と下刈の回数が少なくなり、植栽時の苗高が小さい苗ほど生存率が低い傾向が見られました。

樹高成長では、無下刈の 3 年生裸苗の樹高は 2020 年の段階で 244cm と通常下刈の 3 年生裸苗の樹高は 253cm と差が見られませんでした。その一方で、無下刈のコンテナ苗と 1 年生裸苗の成長は、通常下刈や隔年下刈に比べて鈍化する傾向となっています (図-3)。初期の苗高がその後の樹高成長に影響を与えていると考えられます。

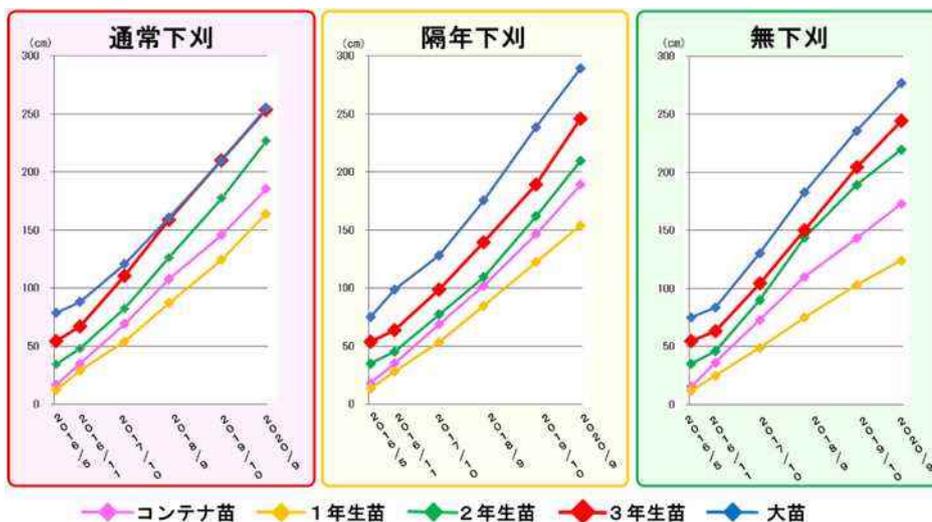


図-3. 苗ごとの平均樹高成長の変化

通常使用される3年生裸苗の下刈後の競合状態の変化を図-4に示しました。通常下刈は植栽木が被圧されていない状態を示すカテゴリー1・2が全期間を通じて80%以上を占めていました。隔年下刈は下刈が行われない2017年・2019年は被圧されている個体が多く、カテゴリー1・2が30%以下と低くなっていましたが、下刈が実施された2018年は50%、2020年90%以上と、被圧されていない個体が増加しました。無下刈は年々被圧されていない個体が減少し2019年には8%まで減少しました。

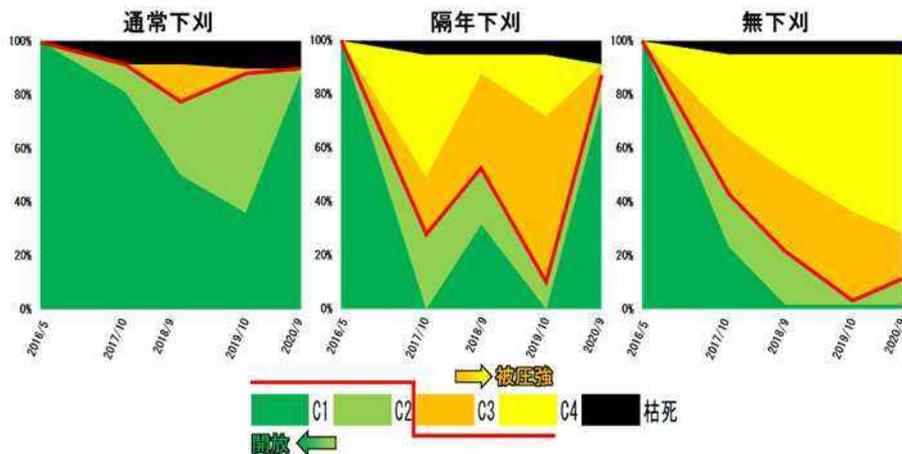


図-4. 3年生裸苗の競合状態の変化

2020年8月に実施された下刈前の調査では、通常下刈の主な競合植生はニガイチゴで植生高は140cm、隔年下刈ではアカメガシワで植生高は195cm、無下刈ではアカメガシワで植生高は325cmでした(表-2)。通常下刈では毎年下刈が実施されるため、刈払い耐性の高いキイチゴ類を主体とする木本類。隔年下刈・無下刈では刈払い耐性の低い木本類が主な競合植生となっており、植生高も下刈頻度が低くなるほど高くなっていました。

表-2. 作業種ごとの主な競合種と植生高

作業種	競合種	平均競合植生高 (cm)
通常下刈	ニガイチゴ	140
	モミジイチゴ	
	アオハダ	
	アカメガシワ	
	クマイチゴ	
隔年下刈	アカメガシワ	195
	ニガイチゴ	
	エゴノキ	
	タケニグサ	
	ススキ	
無下刈	アカメガシワ	325
	カラスザンショウ	
	ヤマウルシ	
	タラノキ	
	イヌザンショウ	

5 考察

苗の生存率は、下刈が省略されるほど植栽時に苗高の高い苗の生存率が高い事が示されました。これは苗高が高い方が競合植生との競争に有利であるためと考えられました。樹高は3年生裸苗と比べて、2年生裸苗は1年の遅れ、1年生裸苗は2年の遅れが生じていました。また、総樹高成長量は各苗で差がないため、植栽時の苗高が重要であることを示しています。無下刈の競合植生高は325cmで大苗・3年生裸苗でも被圧状態になっています。無下刈の被圧下でも樹高成長の衰えが見られなかったのは、ヒノキが耐陰性をもつ樹種特性のためと思われます。しかし、無下刈・隔年下刈では図-5で示し

植栽木の被害状況 - 下刈省略がもたらす様々な植栽木への被害 -



図-5. 下刈省略に伴う植栽木の被害

たような、幹スレ、枝スレ、主軸の変形といった形質不良木が発生することが分かりました。主軸変形は、樹木の樹高成長に重要な部分である梢端部が、競合する植生から損傷を受けることで、変形が発生すると考えられます。幹擦れ被害はいつまでも競合する植生が取り除かれないために発生します。これらの被害は将来、雪害や風害などの気象害に合いやすくなるだけではなく、形質が不良となる要因の一つで、収穫時の収益性が低下する可能性も考えられます。

1年生コンテナ苗・1年生裸苗は各作業区において、樹高成長はしているものの植栽初期サイズが小さいため、野兎被害や誤伐などの被害に遭いやすく、早い段階から競合植生の影響を受け成長不良から必要な下刈回数が増えるのではないかと考えられます。小さい苗はコストが安く機械植栽と相性が良い反面、競争にさらされやすい特性です。コンテナ苗は活着率が高かったことから、高密度に機械で植栽することに使用の活路があるかもしれません（図-6）。

2年生裸苗は、競合植生の少ない尾根沿いの場所で通常下刈を行えば可能ではないかと思われれます。しかしながら、育苗期間は短縮出来るものの、苗の値段は3年生苗と1円しか変わらずコスト面で優位性は見出せませんでした。

隔年下刈については、苗高が高い3年生

裸苗・大苗で、競合植生が少なく、下刈を1年休んでもカテゴリー3以下となる場所での実施は可能と推察されます。また、植生が最も繁茂する1～3年生の間に、下刈で十分に競合植生を抑制し、後半に隔年下刈に移行するなどの方法がより効果的であると考えられます。しかし、下刈休止期の幹スレ等の材質低下要因に留意する必要があります。無下刈においては、植栽苗木の成長以上に侵入した木本類の成長が早く競合状態からの脱出時期が不明確であるため、造林技術としての難しさがあると思います。

今後は、ツル切り・除伐・保育間伐などに下刈の省力化が、どのような影響を与えるのか。また、植栽木の形質等に係る調査を作業の節目に継続して行い、下刈の省力化がトータルコストにどのような影響を与えるのか引き続き調査していきたいと思っております。

引用文献 山川博美・重永英年・荒木眞岳・野宮治人(2016)スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響. 日林誌 98:241-246

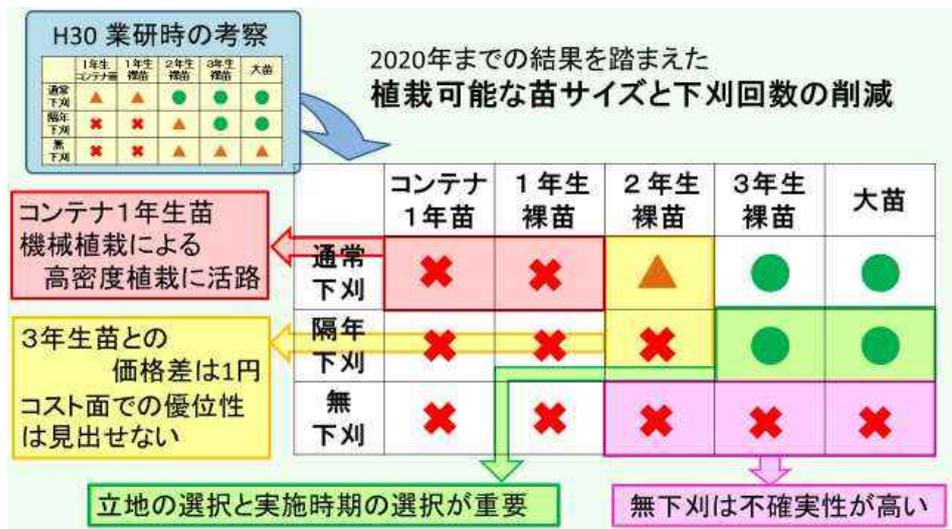


図-6. 様々苗サイズと下刈回数の関係

ドローンの自動飛行による防鹿柵管理手法の検証

塩那森林管理署 須賀川森林事務所 荒井 亮一
総務グループ 三浦 晃

1 課題を取り上げた背景

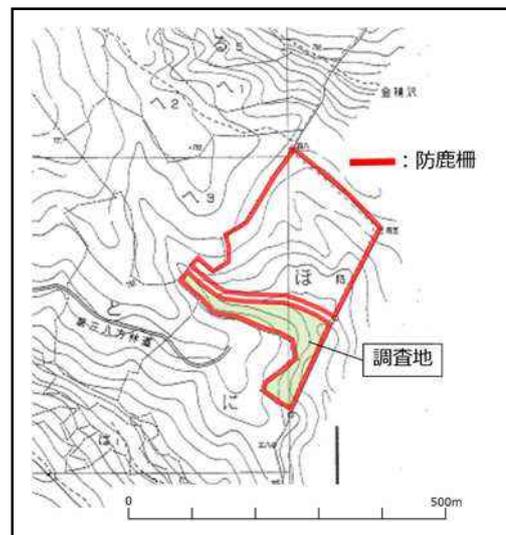
塩那森林管理署では、特に日光森林管理署と隣接する塩原・矢板地区においてニホンジカ（以下、「シカ」という。）が増加したことにより、再造林地に植えられた苗木がシカに食べられる被害が多く発生しています。その対策の一つとして、防鹿柵（以下、「柵」という。）の設置が挙げられます。

当署では、主にネット製の柵を設置していますが、ネットの破れ等の補修のために、定期的に見回りが必要で、毎年多くの維持管理費用がかかっている現状にあります。今後も再造林箇所の増加により柵の新設が見込まれており、維持管理費用も比例して増加していくことになります。その対応策として、ドローンを柵の見回りに活用することで、維持管理コストの削減及び効率的な維持管理の可能性を検証しました。

2 具体的な取組

(1) 調査地の概況

調査地は、栃木県矢板市下伊佐野字タゲ国有林に設定しました。標高 680m から 730m のなだらかな斜面に位置し、平成 29 年度にスギを再造林した現在 4 年生の面積 6.25ha の小班です。再造林時に、小班内を横断している沢を避けて柵が 2 ヶ所に分かれて設置されており、そのうちの小さい方の区域を対象に検証を行いました。調査地の面積は 1.50ha、柵延長は 800m で、そのうち沢沿いが 250m、残りの 550m は 50 年生前後の人工林に隣接しており、下層植生は腰高程度のササとなっています（図-1）。検証期間は、令和元年 8 月から令和 2 年 11 月としました。



(図-1) 調査地

(2) 検証の方法

まず現在の管理方法である人力による見回りでの問題点を把握し、その上で、ドローンの活用により見回り時間の短縮や作業の効率化ができるか検討しました。

当署では、人力による見回り作業については外部委託を行っているため、受託事業者の作業に同行し、見回り時間の計測、作業内容の確認、聞き取り調査を行いました。ドローンによる見回りでは、自動飛行による見回り時間の計測、カメラ映像による破損箇所の確認など作業内容の確認を行いました。今回の検証では、自動飛行の設定ができるドローンとして DJI 製の Mavic2 Pro を使用しました。

ドローンの自動飛行の設定には、「DJI GS Pro」というアプリケーションを使用しました。まず、柵の周囲を一周手動で飛行させます。その際に、経路上の曲がり角（ウェイポイント）の位置情報と高度を記録させることができます。記録したウェイポイントをつなぎ合わせた一つの経路を実行させることで、手動で飛行させた経路と同じように自動飛行を行うことができます。この方法により、柵の見回りのような反復的作業の効率化が期待されると考えました。

3 取組の結果

(1) 人力による見回りの結果

人力による見回りは、延長 800m の柵の見回りと補修に 3 人で 80 分かかりました（写真－1）。作業内容は、ネットの破れの補修、支柱や杭が抜けている箇所への打ち込み直す補修、シカの引っ掛かりを取り除く補修などでした。このうち、シカが突っ込んだり、噛み切ったりすることによるネットの破れの補修が一番多く、今回同行した調査地では数十箇所確認され、一つずつ結束バンドで止めて直していきます。特に、本調査地のようにササなどによってネットが隠れている部分は手探りでネットの破れを確認するため手間がかかります。いずれの補修作業も 1 箇所当たり数十秒から数分程度で終わる容易な作業でしたが、柵延長 100m 当たり約 10 分を要する結果でした。

(2) ドローンによる見回りの結果

ドローンによる見回りは、設定したコース上を時速 18km、高度は柵の支柱より 2～5m 上空を飛行させました（写真－2）。なお、飛行速度は自由に設定することができます。操作は 1 人で行い、延長 800m の柵の飛行にまず、コースを記録させるための手動飛行で 10 分、コース記録後の自動飛行で 7 分かかりました。飛行中に送信機の画面上で柵の様子を確認することはできませんが、現況を把握するために飛行中に録画した映像を見直すことも考えられるため、飛行後の映像確認や飛行前のドローンの組み立て等の準備時間も含めると、見回り時間としては約 30 分かかると考えられます。

飛行映像を確認すると、ネットの破れのような小さな破損を画面上で確認することは困難でした。特に、ササなどの下草に覆われた部分については破れや杭が抜けている等の状況を確認することはできませんでした。一方で、柵の支柱が倒れているような大きな破損は、上空の映像から、その範囲や程度を概ね明瞭に確認することができました。

なお、2 回目以降の見回りは、自動飛行させるだけでするので、見回り時間は自動飛行の 7 分を含め約 10 分で行うことができます。



(写真-1) 人力による見回り作業



(写真-2) ドローンで撮影した柵
(大規模な破損箇所)

(3) 現在の防鹿柵の管理状況

現在、当署で行っている柵の管理状況ですが、通常点検の見回り作業は、3人1組で月に1回行っています。3(1)に示したようにネットの破れのような小さな破損であっても、放置したままだと破損箇所からのシカ等の侵入につながることから、月1回の補修作業が不可欠です。

また、大雨やシカの衝突、倒木などが原因で支柱が倒れるような大規模な破損は、年数回発生しています。このような大規模な破損の補修は、通常の見回りとは別に外部委託を行っており、補修に必要な資材の把握のために現地確認に3人1組で1日、補修作業に3人1組で2日程度と非常に時間のかかる作業が発生します。そこで、必要資材の把握をドローンで行うことで、コストの削減ができると考えました。

(4) 考察

以上の結果を踏まえて、人力による見回りとドローンによる見回りの外部委託にかかる人件費の比較を行いました(図-2)。

通常点検の場合、人力とドローンで見回り時間に差がありますが、ドローンではネットの破損箇所の把握や補修作業ができないため、人力による補修作業が必要であり、いずれの見回り方法も3人で月1回の作業を1年間行くと36人工必要となります。

一方で、大規模破損の補修の場合、双方の見回り方法で差が生じると考えられました。1年間に2回破損が起きたと想定すると、人力による見回りでは、補修資材の事前確認に1回につき3人で1日かかるため、6人工必要となります。補修作業は、1回につき3人で2日かかるため、12人工で事前確認と合わせて18人工必要となります。これに対し、ドローンによる見回りでは、補修作業は人力と同様に12人工必要ですが、事前確認は3(2)に示したように、職員実行によりドローンで確認できる作業なので、人力では必要となる6人工が削減できると考えられます。よって人件費全体で見ると、人力では54人工、ドローンでは48人工となり、ドローンの活用により1年間で6人工、外部委託費用に係る人件費の約11%の削減効果があると考えられます(図-2)。

以上のことから、ドローンの活用により通常点検ではコスト削減は見込めないものの、大規模破損時の補修資材把握のための事前確認で、コスト削減効果が期待できると考えられました。



(図-2) 本調査地における見回りにかかる人件費の比較(1年あたり)

また、ドローンの自動飛行の利点として、自動飛行は記録した経路に従って飛行させるため、誰が操作してもいつでも同様の経路で見回りすることができ、効率的な維持管理につながる事が挙げられます。さらに、ドローンで事前に現場の状況を把握した上で実際の補修作業に取りかかることができることから、安全作業にもつながります。

このようにドローンは、コスト面だけではなく安全面等においても活用する価値があると考えます。

4 まとめ

柵の見回りにドローンを活用することによって、コスト削減や効率的な維持管理がある程度は可能であることがわかりました。さらに、ドローンの自動飛行によって誰でも簡単に見回りができることや、ドローンで事前に現地全体の状況を把握することで安全に見回り作業ができるなど、効率化のみならず安全の確保にもつながると考えます。特に最近では集中豪雨が増えており、災害直後に安全を確保しつつ大規模な破損を迅速に見つけて補修していくためにもドローンの活用は不可欠であると考えます。

今後、より簡単な設定での自動飛行やドローンによる補修資材の運搬などドローン自体の性能が向上すれば、更なる柵の維持管理の効率化が期待できると考えます。

また、ドローンの自動飛行は同じ経路を繰り返し飛行させることであり、今回取り組んだ柵の見回り作業だけではなく、柵内の植栽木の被害や生育状況の確認、下刈実行状況の確認や、民有地との境界巡視など様々な業務にも活用できると考えられます。

伊豆署における職員実行によるニホンジカ捕獲の取り組みについて

伊豆森林管理署 松崎森林事務所 木村 慧
業務グループ 町野 弘明

1 背景

伊豆地域におけるニホンジカ生息密度は 30 ± 4.2 頭/㎩と推定されており、環境省が設定している適正值 1~2 頭/㎩と比べてかなり高い数値となっています。このため伊豆地域ではニホンジカによる食害が頻発し、下層植生の衰退やそれによる表土流出が生じています。また、人工林においては造林木の剥皮被害や苗木の食害が多く発生するなど、林業への影響も懸念されています。

この状況を受けて、伊豆森林管理署では獣害防護柵の設置（写真 1）とニホンジカの捕獲事業（写真 2）を行っています。特に捕獲事業においては、署職員による足くり罠でのニホンジカ捕獲事業（以下、職員実行によるシカ捕獲とします）を長年実施してきており、今回、当該取り組みの成果をまとめました。



（写真 1）獣害防護柵の設置

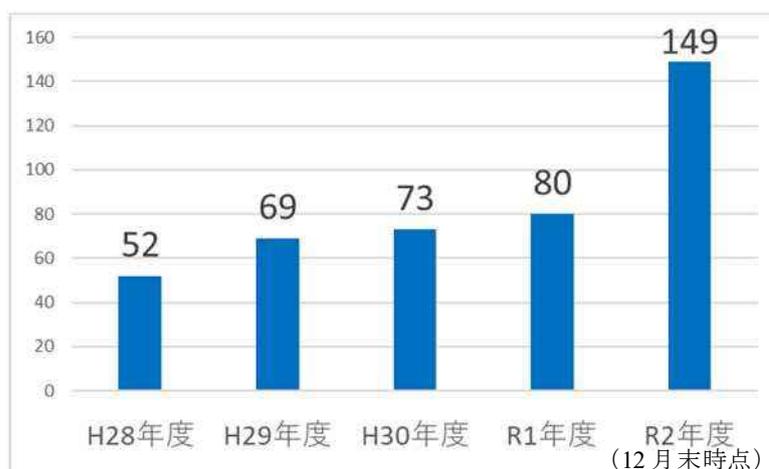


（写真 2）ニホンジカ捕獲事業

2 職員実行によるシカ捕獲の結果

（図 1）は、年度毎のニホンジカ捕獲頭数の推移です。捕獲頭数は捕獲を始めた平成 28 年度以降年々増加しており、今年度においては 12 月末時点で 149 頭を捕獲することができています。

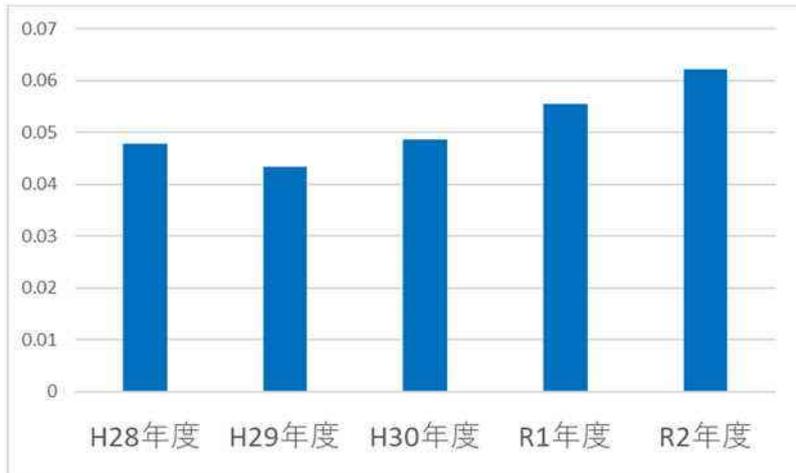
（図 2）は、年度毎の捕獲効率の推移です。捕獲効率は平成 29 年度で低下しているものの、平成



（図 1）年度毎の捕獲頭数（頭）

30年度以降は上昇しています。なお、平成29年度に一旦低下しているのは、捕獲実施2年目となりニホンジカの警戒心が強くなったことが原因と考えられます

これらのことから、職員実行によるシカ捕獲では、捕獲頭数が毎年増加しているだけでなく、徐々に効率的な捕獲が実施されていることが分かりました。



(図2) 年度毎の捕獲効率 (頭/罾稼働日数・一日当たり罾数)

3 捕獲効率上昇の要因

捕獲効率が上昇した背景には、捕獲に関するノウハウの蓄積が大きく関わっていると考えられます。そこで捕獲の内容を見直したところ、餌による誘引時と罾設置時で様々なノウハウがあることが分かりました。ここからは伊豆署で培われてきたノウハウを、誘引について5つ、罾設置について3つご紹介します。

(1) 誘引ノウハウ

一つ目は、ニホンジカの見撃情報や痕跡のあった場所を図面等に記録することです。この図面等を活用することで、ニホンジカの行動範囲を大まかに把握することができ、より効果的な場所に罾を設置することが可能となります。

二つ目は、獣道沿いの木などで囲まれた場所に誘引することです(写真3)。これにより、ニホンジカの通り道を限定でき、より罾にかかりやすい状況を作ることが出来ます。

三つ目は、あまり利用されていない獣道に誘引することです。そこで餌の摂食が見られる場合、高頻度で誘引餌を撒いて餌が豊富にあることを認識させます。これにより、1頭が罾にかかった後も再度訪れる可能性が高くなり、同一箇所で繰り返し捕獲することが出来ます。

四つ目は、誘引餌に醤油を加える



(写真3) 木などで囲まれた場所(赤丸)に誘引

No.	名称等	2/6 (水)	2/8 (水)	2/11 (金)	2/14 (月)	2/19 (水)	2/23 (日)	2/26 (月)	2/27 (木)	2/28 (金)
1-1	137道上手前	エサ	×	○	○	×	×	○	○	×
1-2	137道上面	エサ	×	×	○	○	×	○	○	△
2	137本谷支線道上	エサ	×	○	○	○	×	○	○	△
3	136本谷支線道下	エサ	○	×	○	忘れ	○	○	○	○
4	141道下	エサ	○	×	×	×	×	×	×	○
5	142道上					エサ	×	×	×	○
6	145エサシ道下	エサ	○	×	×	×	×	○	○	○
7	148エサシ道上	エサ	○	×	×	×	×	○	○	○
8	147エサシ道上	エサ		○	×	×	×	○	○	○
9	146,147境エサシ道上					エサ	×	×	○	○
10	149道上鹿蹄橋	エサ	○	○	○	○	○	○	○	○
11	149道上	エサ	○	○	○	×	×	○	○	○
12	150道上	エサ	○	○	×	×	×	○	○	×
13	156下り八丁歩道	エサ	○	○	○	○	×	○	○	○
14	153道上	エサ	○	×	○	×	×	○	○	○
15	153道上	エサ	○	○	○	○	○	○	○	○
16	153道上	エサ	○	○	○	○	○	○	○	○
17	153道下	エサ	○	○	○	○	○	○	○	○
18	153道下	エサ	○	×	○	○	△	○	○	○
19	153道下	エサ	○	×	○	○	×	○	○	○
20	153下り八丁歩道	エサ	○	○	×	○	×	○	○	○
21	157道上	エサ	○	○	×	○	○	○	○	○

(図3) 誘引餌の摂食度合いの表

ことです。ニホンジカが好む塩分と、醤油の強い匂いを付加することで、餌にさらなる誘引効果を加えることができます。

五つ目は、誘引餌の摂食度合いを表にすることです(図3)。これにより、餌の撒き忘れを防止できるだけでなく、罠の適地を選ぶ際に必要な情報を細かく得られます。さらに罠設置中も継続することで、捕獲期間中のニホンジカの動向も把握することができます。

(2) 罠設置ノウハウ

一つ目は、罠をカモフラージュすることです(写真4)。罠を埋め戻す際、罠設置時に掘り出した土をそのまま使用し、さらに罠の作動部分に土を敷き詰めます。これにより、罠設置箇所が周囲環境になじみ、視覚的・触覚的な違和感を消すことができます。

二つ目は、罠の作動部分を確実に踏ませることです(写真5)。罠の周囲を太い枝で囲うことで、ニホンジカが枝をまたぎ罠の中心に足を置くよう誘導します。その際、空はじきや触覚的な違和感を防ぐため、細かい枝を罠の中央から取り除くこと、罠のバネ部分を埋めた箇所に枝を配置することに注意します。



(写真4) 罠のカモフラージュ



(写真5)

罠の周囲を枝で囲う(青四角:罠)

三つ目は罠の配置方法で、平坦地で餌の周囲に罠を配置する方法(写真6)と、斜面の獣道上に罠を配置し、その前後に餌を置く方法(写真7)の二種類があります。前者では罠の間に障害物を置くことにより通り道を限定し、罠設置箇所に誘導します。後者では、ニホンジカの通り道が限定されており動きが予測しやすい斜面上の獣道に罠をかけることで、効率よくニホンジカを捕獲することができます。



(写真6) 平坦地での配置方法(青四角:罠、赤丸:障害物)



(写真7) 斜面上の獣道での配置方法 (青四角：罠)

3 まとめと今後の展望

伊豆森林管理署では職員実行によるシカ捕獲を長年実施してきており、捕獲頭数及び捕獲効率は実施当初に比べて大幅に増加しました。これは、ニホンジカの習性等を考慮しながら徐々に手法を工夫していったことが要因として考えられます。実際に捕獲の内容を見直したところ、様々なノウハウが考案され、シカ捕獲に活かされていました。

しかし、一度考案されたノウハウも、人事異動等によりその伝達が困難となることが考えられます。また、現在のところノウハウには裏付けとなるデータが無いため、捕獲手法として確立するには不十分な状態です。今後は、署内職員や次の担当者へノウハウを確実に伝達するために意見交換会等の機会を設けることや、ノウハウの効果等を具体的に検証し、捕獲手法として確立していくことが重要になります。そして、当署におけるニホンジカ捕獲の取り組みを発展させつつ、各市町と連携しながら実施していくことで、伊豆半島全体のニホンジカ密度の適正化により大きく貢献出来るのではないかと考えます。

4 参考文献

静岡県第二種特定鳥獣管理計画（ニホンジカ）（第4期）

UAVによる森林調査とその普及—標準地・毎木調査との比較—

関東森林管理局 技術普及課 小松 玄季
上越森林管理署 山野 大樹
高柳 修延

1 背景と目的

林業従事者は減少傾向、高齢化や世代交代も進み、林業に携わる人や引き継がれてきた技術は間違いなく減少していきます。その一方で、戦後に植林した資源は充実して利用期を迎えており、森林経営管理制度も創設されるなど、森林の管理は行わなければなりません。

従来のやり方をそのまま続けていては、作業してくれる人がいない、作業の方法が分からない、という状態になってしまいます。そのような状態になった時に、森林の管理はどうしたらいいのでしょうか。その答えが IcT にあります。

IcT 化自体は近年いろいろなところでよく叫ばれるものですが、皆さんはどのようなイメージをお持ちですか？

IcT とは、「航空レーザーのデータを使用して、現地に行かなくても毎木調査を行う！」、「現場を見なくても、あるいは行かなくても施設の設計ができる！」と考えている人もいないでしょうか。

これはこれで正しいのですが、林業における IcT 化とは調査の労力を減らす一方で、調査の質を維持していくためにあるという視点もあります。一番重要なのは現場で山を見て森づくりを考える時間であり、その時間を確保するための効率化ツールが IcT だと思います。

そこで本取り組みでは、UAV を使った森林調査はどのような方法で何が分かるのか、どんなことに使えるのか検証することを目的としました。

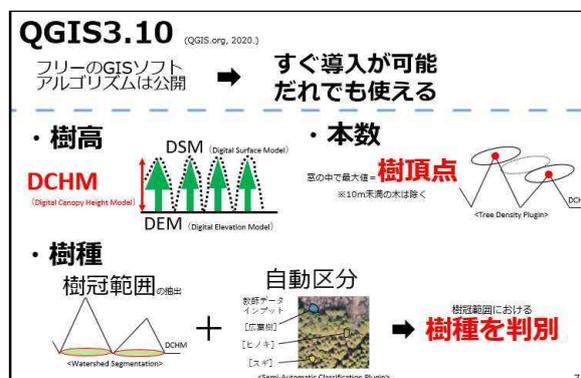
2 調査方法

UAV による森林調査の取り組みは、関東森林管理局管内の国有林 2 箇所で行いました。

1 箇所目（以下 Site1）は群馬県内のスギ林分で、ここでは令和 1 年 10 月に毎木調査、令和 2 年 3 月に UAV 調査を行いました。2 箇所目（以下 Site2-1 および 2-2）は新潟県内のスギと広葉樹が入り混じった林分で、ここは令和 2 年 9 月に標準地調査と UAV 調査を行いました。

UAV 調査の方法は、自動飛行によってオーバーラップ撮影を行い、撮影した写真に SfM 処理を行うことで、オルソ画像と DSM（表層高モデル）を作成しました。

解析には、フリーソフトかつオープンソースであり、導入が簡単ですぐに使うことができる QGIS を用いました。



(図一) QGIS による解析

樹高は、SfM 処理により得られた表層高 DSM と、国土基盤地図情報でダウンロードできる地面の高さ DEM の引き算を行い、樹冠高モデル DCHM を算出しました。本数は、QGIS のプラグインを利用して樹高 10m 以上の本数を求めました。樹種は、樹冠範囲の抽出と、QGIS の画像分類プラグインを組み合わせで判別しました。

材積の推定には樹高と本数密度から幹材積 [m³/ha] を算出できる林分密度管理図を用いました。Site1 はスギ単純林だったので、「北関東阿武隈地方 スギ」を用いて上層樹高と本数密度から ha あたりの幹材積を算出しました。Site2 はスギに広葉樹が混交していたので、まず広葉樹を除き、スギの上層樹高と本数密度を「越後会津地方 スギ」の管理図に当てはめて幹材積を計算しました。

3 取組の結果

(1) 森林調査

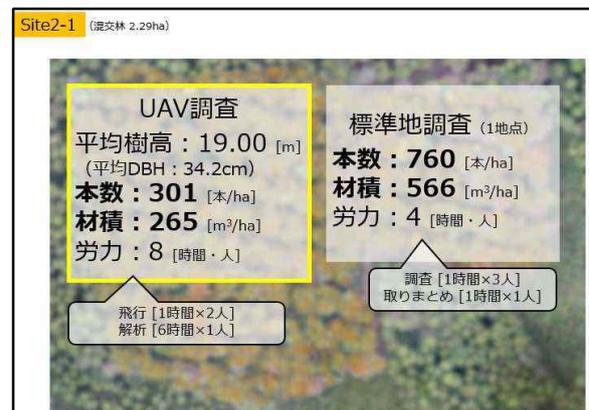
Site1 では毎木調査と比べて 70%程の本数となりました (図一2)。しかし林分材積の値は非常に近く、毎木調査とほぼ一致しました。UAV による調査の労力は、飛行と材積の解析にかかる時間、毎木調査は調査と取りまとめにかかる時間で算出したところ、UAV 調査は 8 時間、毎木調査は 50 時間・人となりました。



(図一2) Site1 の結果

Site2-1 では、本数・材積ともに標準地調査の結果と大きな開きがあり、標準地調査に比べて 40%程度の値となりました (図一3)。労力は UAV 調査が計 8 時間・人、標準地は計 4 時間・人となりましたが、現場での時間や労力は UAV 調査のほうが少ない結果となりました。

Site2-2 でも、2-1 と同様本数・材積ともに標準地調査の結果と大きな開きがありました。本数・材積ともに 50%程度の値にとどまりました。労力は Site2-1 と同様に UAV 調査が計 8 時間・人、標準地は植生が少なかったため効率が良くなり計 4 時間・人となり、総時間で見ると標準地調査のほうが半分の労力で済む結果となりました。



(図一3) Site2-1 の結果

結果をまとめると、UAV 調査でも林分材積の計算は可能でした。同時に樹高も解析でき、密度管理図により平均の胸高直径も推定できました。ただ解析段階が多かったため、多くの人に使うためにはより簡単な方法に改良する必要があると感じました。

本数については少なめに出る傾向にありました。これまでのドローン調査でも本数の少なさは多く報告されています。既存の調査方法の特性も踏まえながら、どのような要因が影響しているのか、今後検証していきたいと思います。

労力で比べると、1 地点での結果ですが、標準地と同等もしくはそれ以上、毎木調査未満でし

た。実際には調査時の林内歩行が少なくなるため、体への負担は減り安全性も向上すると考えます。

UAV 調査にはまだまだ課題がありますが、今回の取り組みを通して、UAV 調査には大きく3つのメリットがあることが分かりました（図-4）。

一つ目は低労力なこと。標準地調査と同程度の労力で林分全体の蓄積の把握ができました。

二つ目は経験不要なこと。データの解析には、目測のような経験は必要なく、やり方を覚えれば誰でも計算が可能です。

三つ目は再現性があること。計算はすでに決まっ

た式で行われているので、同じ方法であれば誰が解析をしても結果は同一になります。またデータが残るので、詳しく解析をやり直すこともできますし、GIS 上で標準地をランダムに何十個も作って計測することが可能です。

今年解析を行うことができたのは2箇所にとどまりましたが、来年以降は箇所を増やすとともに、国土地理院の高精度のDEMの使用を検討しています。

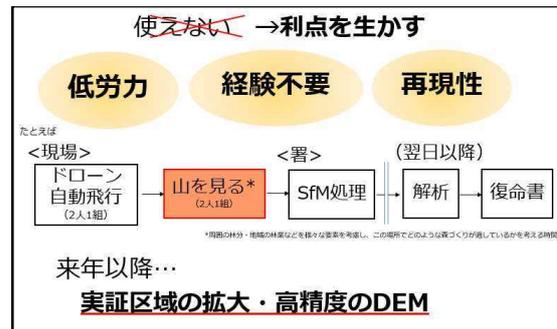
(2) 普及

ここまで紹介してきた UAV 調査の方法は、一人が使えるだけではだめで、誰もが使えるようになって初めて意味があると思っています。そこで、今回の森林調査を行って得られた自動飛行の方法や、QGIS の簡易的な使い方をまとめた簡易マニュアルを作成し、職員向け掲示板に公開しています。（図-5）の左はドローンの自動飛行のマニュアル、右は UAV 森林調査の方法をまとめたマニュアルで、実際に使ってみた方からの質問や新しい情報をフィードバックして更新しています。

また、この手法は民有林や林業事業体の支援にも大きく寄与すると考えています。森林経営管理制度が開始されたものの、林業職がいる市町村は極めて少ないです。山を見に行ったこともない、調査の方法が分からない…という状況に、フリーソフトを使った UAV 調査であれば導入が簡単です。

（図-6）は、最も早く経営管理権を設定した秩父市から依頼を受けて、民有林で自動飛行・森林調査を行ったときの様子です。飛行させた日うちにオルソ画像や樹冠高モデル（DCHM）が作成でき、翌日このデータはどのように活用できるのかを市役所・県の農林振興センターの方と検討しました。

所有者界の確認、林相・蓄積の把握など、森林経営管理制度で必須となる作業に使えるという



（図-4） UAV 調査の利点



（図-5） 各種簡易マニュアル



（図-6） UAV 調査による市町村支援

こともあり、非常に興味を持って聞いていただけました。

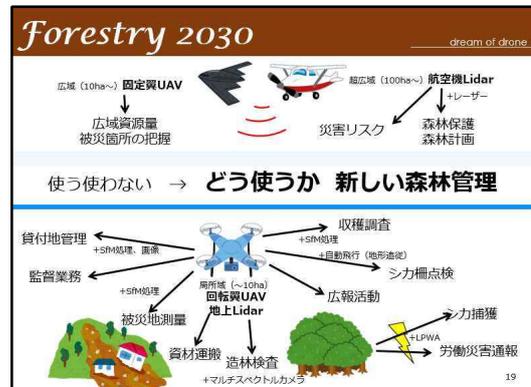
4 まとめ

林業の未来予想図で、この発表を締めくりたいと思います（図一7）。

100ha を超すような範囲では航空レーザーで、数十 ha の範囲なら固定翼 UAV で、10ha 程度の局所域では回転翼 UAV や地上 Lidar と使い分けて森林の管理を行い、低電力の広域通信などを使って林内通信も可能になります。

人が少なくなり、時間も限られる中、現場で山を見ていくことはますます重要になっていくと考えられます。IoT は使うか使わないかではなく、どう有効に活用していくかを考え、新しい森林管理の方法を考える段階に入っていると思います。引き続き UAV をはじめとした IoT 機器の活用および普及に取り組み、発信をしていきたいと思ます。

今回の調査では、上越森林管理署の高柳さま、山野さまに多大なるご協力をいただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。



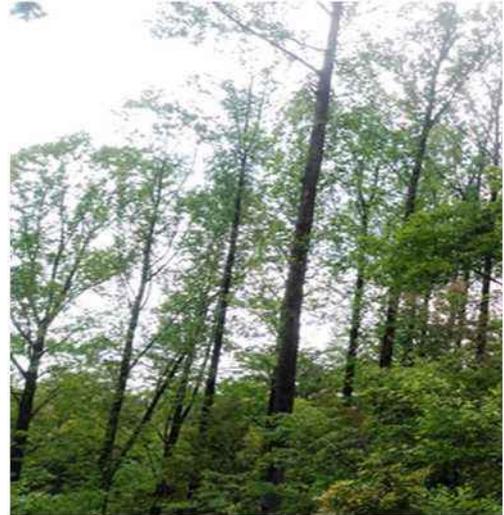
（図一7）林業の未来予想図

早生候補樹種ユリノキの材質・加工特性

静岡県立農林大学校 河合 誉士

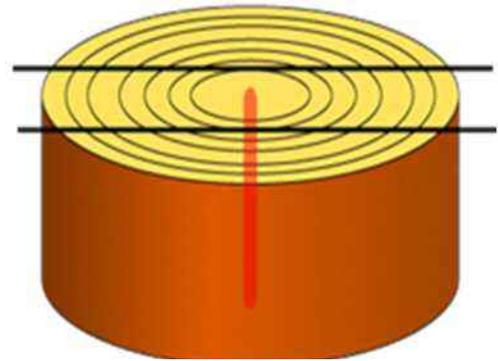
1. 課題を取り上げた背景

今現在、主伐・再造林後の植栽樹種の多様化が話題になっています。静岡県では、スギ、ヒノキが主に植栽されていますが、スギ、ヒノキだけでは、活用方法が限られてきます。そこで新たな植栽樹種を見つけることで、活用方法に様々な選択肢が生まれると思われました。そこで早生樹が注目されています。基本的にスギが伐期40年、ヒノキが45年といわれていますが、早生樹は20年以内での収穫が可能といわれています。早生樹と呼ばれる樹種の中で、ユリノキ、センダン、コウヨウザン、テーダマツなどが注目を浴びています。また近年、国内広葉樹の普及が低下し、輸入広葉樹の普及が増えてきています。そのため、広葉樹における安定的な供給に不安があります。



(写真-1) 静岡県立森林公園内のユリノキ

そこで、早生樹であり広葉樹でもあるユリノキを植栽樹種の候補に考えました。実際に材料としてユリノキを使用する場合、ユリノキの材質、物理特性の解明及び、製材品の優良性、有用性を確認する必要がありますので、本研究では、立木の材質調査及び天然乾燥後の板材の材質調査を実施しました。



(図-1) ユリノキの円盤のイメージ図

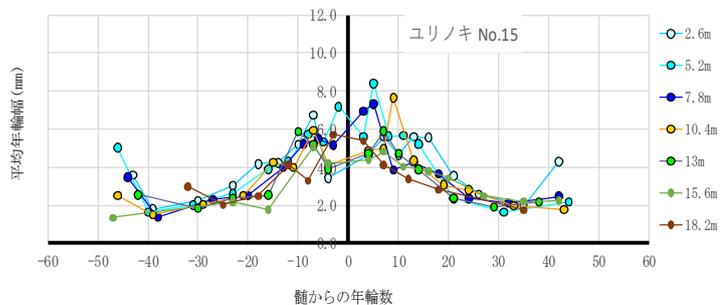
2. 具体的な取り組み

(1) 立木の材質調査

立木の材質調査での試験方法は、静岡県浜松市浜北区の県立森林公園内にあった57年生ユリノキ(写真-1)の立木を3本供試して、立木を伐採後、2.6mずつに造材し、円盤を採取しました。(図-1)この円盤を1~4cmほどに分割し、分割した木材をそれぞれ、平均年輪幅、全乾密度、含水率について調査しました。

(2) 天然乾燥後の板材の材質調査

天然乾燥後の板材の材質調査の試験方法では、根元から2mずつ8番玉まで丸太を採取しました。その後、これらの丸太を厚さ25mm、幅130mmの板を約150枚程度製材しました。2018年10月~2020年10月の2年間、天然乾燥したのち、含水率、動的ヤング係数、反り、曲がり、ねじれについて調査を実施しました。



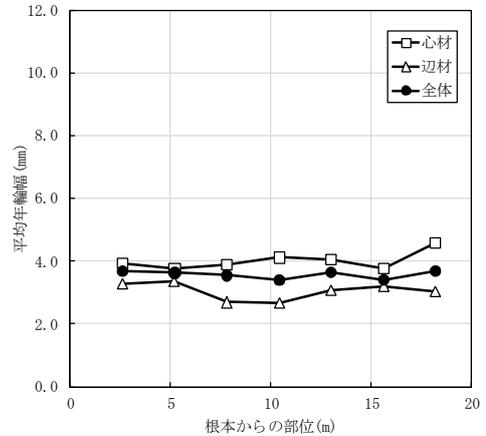
(図-2) 髄からの年輪数と平均年輪幅の関係

3. 取り組みの結果

(1) 立木の材質調査

(ア) 平均年輪幅

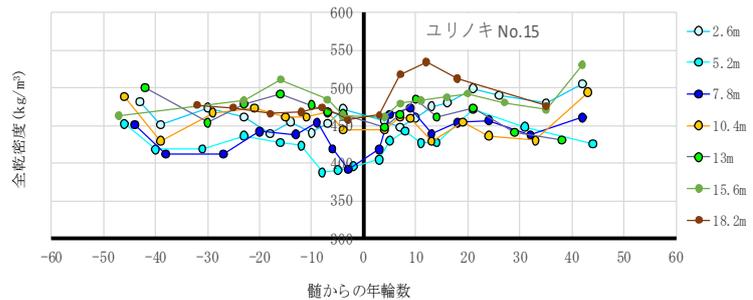
髄からの年輪数と平均年輪幅の関係の代表的な一つを示しています。(図-2)平均年輪幅の中心部が8~6mm程度でした。平均年輪幅およそ20年程度で徐々に下降し、これ以降は、3~2mmと一定の幅となりました。平均年輪幅は、樹高方向に大きな差はありませんでした。(図-3)



(図-3) 根元からの距離と平均年輪幅の関係

(イ) 全乾密度

髄からの年輪数と全乾密度の関係の代表的な一つを示しています。(図-4)を髄からの年輪数による全乾密度の差が少なかったですが、根元から5.2m以上は、根元からの部位が高くなるほど、全乾密度も大きくなっていました。(図-5)



(図-4) 髄からの年輪数と全乾密度の関係

(ウ) 含水率

髄からの年輪数と含水率の関係の代表的な一つを示しています。(図-6)ユリノキにおける含水率の関係を示しています。(表-1)ユリノキは、辺材の含水率の平均値が110%、心材の含水率の平均値が112%であり、含水率にばらつきが少なかったです。根元からの部位が高くなっても含水率に変化が少ない事もわかります。(図-7)このことから、全体的にユリノキは、含水率が一定で、ばらつきが少ないことがわかります。

(2) 天然乾燥後の板材の材質調査

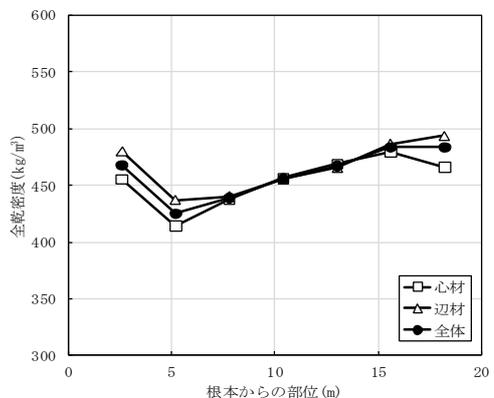
(ア) 含水率

天然乾燥後の含水率は、12%~14%にまとまっていて、良好に乾燥できたと考えられます。(図-8)

(イ) 動的ヤング係数

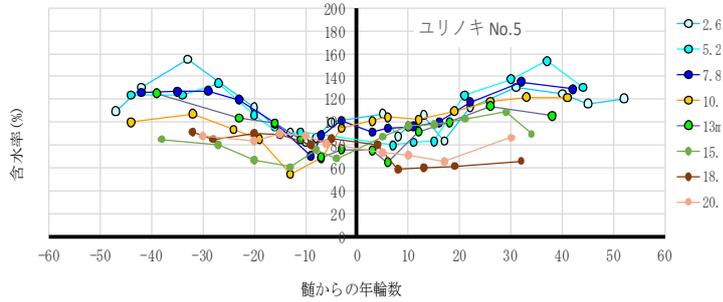
心材部では少し動的ヤング係数が低いことがわかります。(図-9)それと、図-9の木取り方法とその製材番号を示しています。(図-10)乾燥後の平均値は、10.8GPaで、JASが定めた表示等級にかえるとE110となりました。

幅反り、反り、曲がり、ねじれの関係を示した図になります。(図-11)平均で幅反りが、3.5mm、反りが、4.6mm、曲がりが、0.6mm、ねじれが9.8mmでした。そして幅反りと曲がりから計算した歩留まりの平均値は、82±12%となりました。板の約8割が歩留まり70%以上で、板の約3割が90%となりました。製材工場によって違いがありますが、スギの間柱は、一般的に厚さ7mm程度、幅方向で15mm程度の歩増しを行っています。ユリノキの場合、幅反りは92%が7mm



(図-5) 根元からの距離と全乾密度の関係

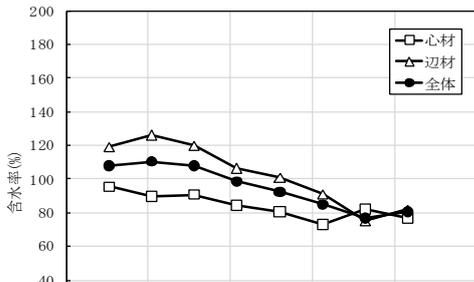
以下、曲がりについてはすべてにおいて、15mm 以下であり、スギと同様な歩増し寸法でも問題ないということがわかりました。ですが、ねじれは平均で9.8mm があるため、これに関する検証は必要だと考えられます。



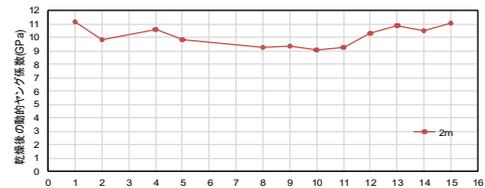
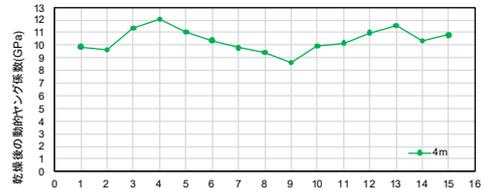
(図-6) 髓からの年輪数と含水率の関係

(表-1) ユリノキにおける含水率の関係

ユリノキ	含水率(%)		
	全体	心材	辺材
平均値	111	112	110
最大値	182	182	171
最小値	54	54	60
変動係数	22	24	19

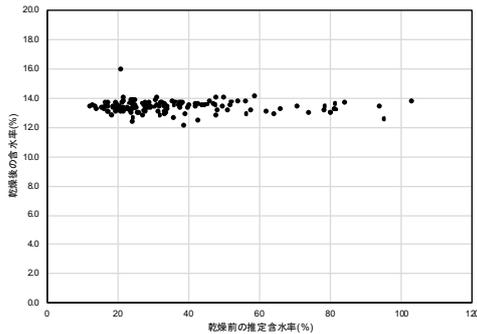


(図-7) 根元からの距離と含水率の関係

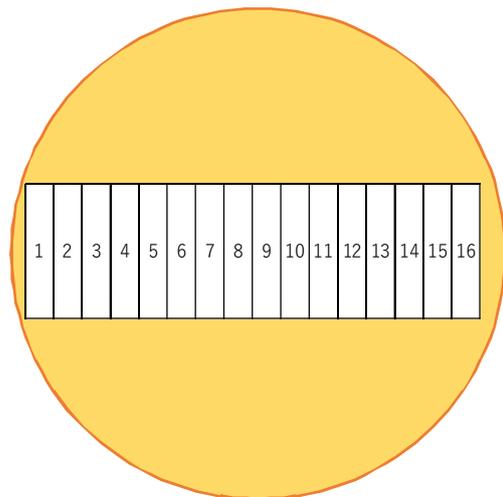


製材番号

(図-9) 乾燥後の動的ヤング係数の関係 (1番玉(2mの位置)および2番玉(4mの位置))



(図-8) 乾燥前と後の含水率の関係



(図-10) 丸太の木取り方法と製材番号

4. まとめ

(1) 立木の材質調査

・平均年輪幅は、中心部が8~6mm程度で、およそ20年程度のところで徐々に下降し、それ以降では、一定の幅になる傾向があり、樹高方向に大きな差はありませんでした。

・根元からの部位が高くなるほど全乾密度も大きくなりました。全乾密度の平均値が、460kg/m³程度でした。

・辺材の含水率の平均値が110%で、心材の含水率の平均値が112%であった。含水率にばらつきが少ない傾向にありました。

(2) 天然乾燥後の板材の材質調査

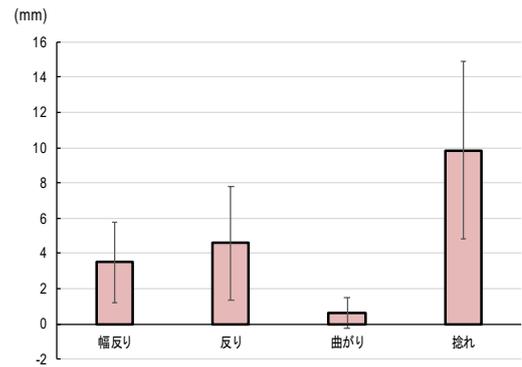
・結果、含水率が平均14%でばらつきも少なく良好に乾燥させることができたと考えられました。

・乾燥後の動的ヤング係数の平均値は、10.8GPaで、JASが定めた表示等級に変えると、E110を示しました。

・幅反りと曲がりから計算した歩留まりが82±12%となりました。

・スギと同様な歩増し寸法でも問題ないと考えられました。

以上のことから、ユリノキは、材質及び、加工について、実用可能な材料と考えられますが、ねじれは、今後の課題として大きな問題であることもわかりました。



(図-11) 幅反り、反り、曲がり、ねじれの関係

シカの食害防止と労力軽減に向けた下刈り方法の選定について

群馬県立農林大学校 森林コース 赤澤風音

1 課題を取り上げた背景

下刈りは、造林地で繁茂する雑草木を刈り払い、植栽木の成長をうながすための施業であり、これまで必須の作業と考えられてきましたが、造林コストに占める割合が高いことに加え、夏場に行う作業は身体への負担が大きく、新規参加者が離職する要因の一つにもなっています。

一方、近年シカによる植栽木の食害が全国的に増えており、スギなどの針葉樹では頂点が食害されることなどによる成長阻害が見られ、植え替えが必要な状況も珍しくありません。このようななか、シカの食害が広まるにつれて下刈りを行わないほうが食害に遭いにくいとの情報があることから、下刈りの方法を変えることにより、シカ食害防止と作業の負担軽減ができないかと考えました。

2 具体的な取組

(1) 実施内容

今回の試験では、異なる下刈り方法の 3 試験区を設定し、経過を観察しました。試験区は、基本的に下刈りを行わない「無処理区」、区域のすべてを刈り払う「全刈り区」、植栽木周囲のみを刈り払う「坪刈り区」の 3 つとしました(表-1)。また、併せてセンサーカメラを設置し、試験区内でのシカの出没を調査しました。

試験場所は、群馬県富岡市妙義町にある「大桁県有林」内の I 齢級の植栽地です。期間は初夏の 6 月から晩秋の 11 月です。また、主な使用機材は、シカの自動撮影に使うセンサーカメラ、全刈り区での刈り払いで使用した刈り払い機、そして坪刈り区で使用した手鎌です。

試験区の面積は一試験区当たり 150 m² (10m×15m) としました。試験区 A の無処理区では雑草木に手を加えず、また、植栽木を保護するための作業も行いません。試験区 B は現在、日本で主に行われている全刈りであり、雑草木を全て刈ります(写真-1)。試験区 C の坪刈り区では、植栽木の周辺 1メートル四方を手鎌で円形に刈りました。

(表-1) 試験区

試験区	面積	処理内容
A 無処理区	150 m ²	何も手を加えない
B 全刈り区	150 m ²	従来の下刈りを行う
C 坪刈り区	150 m ²	植栽木の周辺を刈り取る



(写真-1) 全刈り区の様子

注) 各試験区とも、スギとコナラが等間隔に植栽されている。

(2) 調査開始時の状況

現地は前年の造林実習で私達が植栽した箇所ですが、植栽後の下刈り時の誤伐や、調査開始前の獣害などにより、開始時の本数等はそろっていませんでした。補植はしませんでした。また、調査開始時には軽い食害も見られましたが、枯れるほどの目立った被害はありませんでした（写真-2、3）。



(写真-2) スギ



(写真-3) シカ折損木

3 取組の結果

(1) シカの出没数

センサーカメラで確認されたシカの出没数は、表-2のとおりです。シカの出没は6月当初から確認されました（写真-4）。

(表-2) センサーカメラによるシカの出没数

撮影月 (日数)	撮影頭数 (1日当たり頭数)
6月 (撮影日数28日間)	8頭 (0.3頭/日)
7月 (撮影日数25日間)	6頭 (0.2頭/日)
9月 (撮影日数5日間)	1頭 (0.2頭/日)
10月 (撮影日数18日間)	22頭 (1.2頭/日)
11月 (撮影日数13日間)	27頭 (2.1頭/日)

9月には、被害が増加し始めた全刈り区に設置しましたが、メモリ容量が不足し撮影日数は5日間となってしまいました。その後、10月と11月には出没が大幅に増加しました（写真-5）。



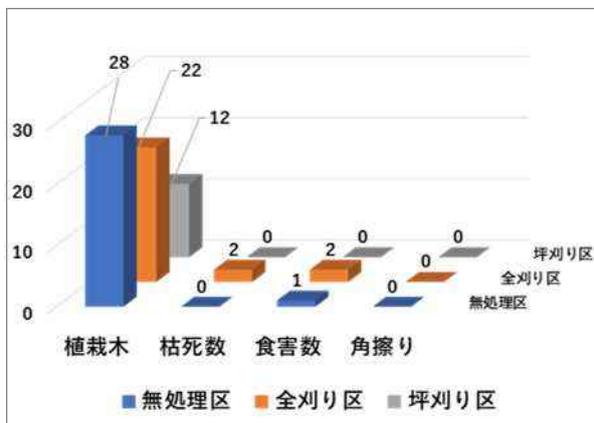
(写真-4) 撮影されたシカ (左6月、右7月)



(写真-5) 撮影されたシカ (11月)

(2) 植栽木の状況

各試験区の被害状況について述べます。図-1は調査開始時の植栽木の生育本数と被害状況で、図-2は調査開始から5ヶ月後の調査終了時の状況です。終了時には、全刈り区が特に被害を受けており、半数以上が食害されていました。一番枯死数の少なかった坪刈り区でも、半数以上が食害を受けており、良好な成長が期待できない状況でした。また、角擦りによる被害は、全刈り区でのみ多く確認されました。



(図-1) 調査開始時の本数



(図-2) 開始から5ヶ月後の本数

4 まとめ

今回の調査の結果、枯死数で比較すると坪刈り区の被害が少なかったですが、食害と角擦りの被害数で比較すると、無処理区が一番被害を受けていませんでした。また、今年は雑草木による被圧の影響は特に感じられませんでした。一方、全刈り区ではシカによる被害が多く確認され、シカが頻繁に行き来した10月以降には、半数以上の植栽木がシカによる被害で枯死したと考えられました。10月には試験区内に獣道が現れ、明らかに獣臭く、動物が頻繁に行き来しているとみられ、シカによるものと思われる被害も大幅に増加しました。特に、全刈り区では、ぬた場もいくつか確認されました。

全刈り区や坪刈り区では、誤伐のリスクがあり、植栽木を誤伐しないよう慎重に作業する必要

があることから、作業範囲が大規模になると、作業に伴う心身への負担が大きくなります。今回、無処理区を設定し経過を観察したところ、他の処理区より被害が少ないことが明らかになりました。これは、雑草木を多く残したことにより、シカの侵入を妨げたためと考えられます。本試験区はもともとヒノキの再造林地でしたが、雑草木が密なわりにその種は少なく、ススキやバラ科の植物が繁茂しており、シカがその植生を好まないことなども考えられ、無処理区の被害が少なかったことにつながった可能性もあります。

今回の取り組みの結果、状況によっては無処理とする期間や区域、下刈り処理との組み合わせなどを検討していく価値があるのではないかと考えられます。しかし、雑草木を残すことは当然日射を低減させますので、植栽木の被圧につながります。このため、植栽地の傾斜度や傾斜の方位、雑草の種類や種類などの影響なども調べ、被害との関係を調べていく必要もあると思われました。また、シカの繁殖期は9月～11月と言われており、実際、今回も10月頃からシカの行動範囲が変わったことで、被害が増加したと考えられました。

以上から、シカの行動の特性を考慮しつつ「無処理」を含めた下刈りの実施時期や刈り高さなどの方法を再検討することが、被害の抑止とコスト低減に結びつく可能性があるのではないかと考えています。

1 - 2 森林保全部門

ドローン写真測量等を活用した治山工事における出来形計測について

大井川治山センター 武田 悠作
平田 和嗣
株式会社 梶山組 小左 和之
株式会社 飛鳥 増田 大斗

1 課題を取り上げた背景

治山工事とは、山の崩壊地や荒廃している溪流を森林に復旧する工事のことで、その工事現場は、急傾斜地等危険な場所が多くあり、作業員等の安全確保が重要となっています。また、治山工事のうち山腹工は人力による作業が多く、出来形計測も従来からテープ測量を実施しており、安全面や労働力確保の観点からも課題になっています。

そこで今回は、出来形計測時の面積の計測について、従来のテープ測量と最新技術であるドローン等を活用した測量を比較し、その精度と省力化について検討を行いました。

2 具体的な取組

(1) 3次元測量の種類

今回用いた測量の種類は、地上レーザースキャナ測量（以降「TLS 測量」）とドローン写真測量（以降「UAV 写真測量」）になります。これらを以降「3次元測量」とします。

TLS 測量とは、スキャナから無数のレーザーを照射し、その反射強度によって地形の点群データを取得する測量方法です。器械を移動させながら観測する必要があるため、大規模な測量には向きませんが、精度が高く補正が必要ないことが特徴です。

対して、UAV 写真測量とは、UAV の自動操縦により連続撮影した写真を3次元形状復元して地形の点群データを取得する測量方法です。一度に広範囲を撮影できるため、大規模な測量に向いていますが、精度が低く補正が必要になります。また、導入費用は TLS 測量に比べ安価になります。

(2) 調査地概要

今回の調査地は静岡県の川根本町にある 100 崩という崩壊地です（写真—1、2）。

概要は以下のとおりです。

〈高低差：約 130m、面積：約 6,200m²、平均勾配：約 45 度、主な工種：簡易法砕工〉



（写真—1）調査地遠景



（写真—2）調査地近景

(3) TLS 測量の具体的な作業

TLS 測量ではまず標定点を設置します。標定点とは、TLS 測量では器械点と後視点のことであり、複数のスキャンデータを統合し座標を付与するための既知点になります。

現地調査の結果、法面上部及び法面中腹部への標定点の設置は困難であることが分かりました。そのため、法面下部の林道上に標定点を4箇所設置しました(写真の赤丸の位置)。そして4箇所の標定点にスキャナ及び後視点ターゲットを設置し、地上レーザースキャンを行いました(写真—3、4)。

点群合成ソフトにより4箇所のスキャンから得られた各点群データを1つのデータに統合しました。また、統合したデータを見やすくするために、スキャナ本体のカメラで撮影した写真を元に、点群データに色を付けていく作業を行いました(カラーマッチング)。

以上が TLS 測量の具体的な作業です。



(写真—3)

地上レーザースキャナ
(トプコン社製 GLS-2000)



(写真—4) 標定点の設置位置

(4) UAV 写真測量の具体的な作業

現地調査の結果を基に UAV (写真—5) の自動飛行ルートを作成します。UAV 写真測量では、対地高度を常に一定にして飛行させる必要がありますが、現地調査の結果、起伏の大きい斜面

では、対地高度を一定に保ちながらの飛行は困難であることがわかりました。また、現地は

高低差が大きく、対地高度一定に保ちつつ崩壊地全体を真上から撮影するには、法律で規制されている高度 150m 以上飛行させる必要があることもわかりました。これらのことから、飛行ルートは平面飛行で飛行高度を変えながら、鉛直方向と斜め方向からの撮影することとし、各撮影パターンを統合する方法にしました。



(写真—5)

- ・ドローン→DJI 製品の空撮用小型機種 : MAVIC2 PRO 使用
- ・自動操縦→DJI GSPro 使用



(写真—6)

標定点、検証点の設置箇所

次に、標定点、検証点を設置し、自動飛行による写真撮影を行います。ここでの標定点とは、3次元点群データを補正し座標を付与するための既知点になります。併せて位置精度を確認するための検証点も必要になります。標定点、検証点は対空標識を使用し、標定点12箇所、検証点6箇所設置しました（写真－6）。

（表－1）自動操縦による撮影条件

飛行計画	撮影エリア	カメラ角度	飛行角度	撮影枚数
パターン1	法面上方	鉛直	150m	90枚
パターン2	法面上方	斜め30度	120m	98枚
パターン3	法面下方	鉛直	100m	78枚
パターン4	法面下方	斜め30度	70m	83枚
パターン5	法面上方	斜め30度	150m	98枚
			合計枚数	447枚

今回は上の表の5パターンの自動飛行を実施しました（表－1）。

SfMソフトという写真解析ソフトで写真を点群データ化し、5パターンの各点群データを統合して、標定点による位置補正を行いました。

以上が UAV 写真測量の具体的な作業です。

（5）面積の計算方法

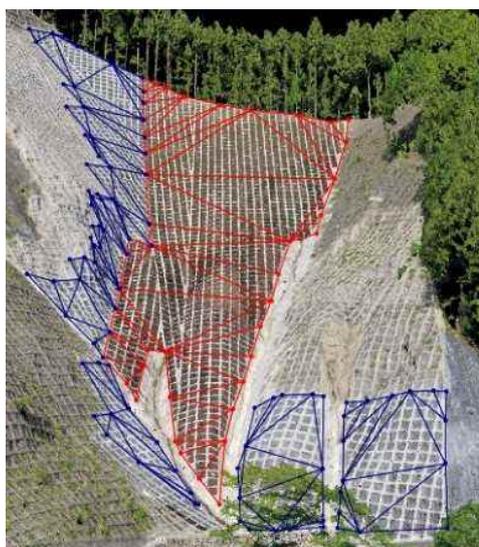
3次元測量が終わりましたので、次に面積計測作業を行います。赤と青の外周線で囲んだ区域が今回の計測範囲です。内側に画像のような TIN という不整三角形を作成し、それぞれの三角形の面積を合計することにより面積計測しました（図－1）。

今回は TIN を構成する辺長の最小寸法をテープ測量に合わせた 20m と、より緻密な 1m の 2パターンとしました。こ

この 20m と 1m とは、三角形を大きくとるか、小さくとるかの違いです。数字が大きいほど三角形も大きくなります。

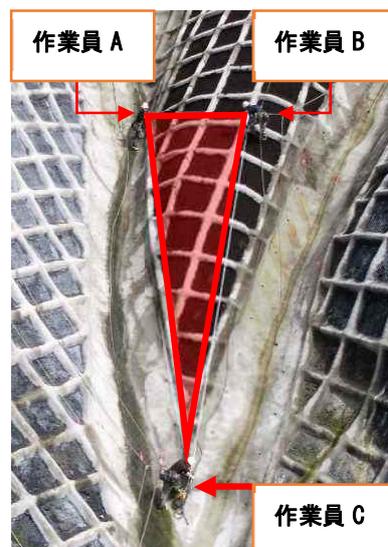
次に、テープ実測による面積計測を行いました。テープ実測においても計測範囲の内側に三角形を作成し、それぞれの面積を合計することにより計測しました。三角形の辺の長さは人手により計測しました（写真－7）。

このようにして求めた、テープ実測による面積と 3次元測量による面積を比較しました。



（図－1）

TIN の辺長が 20m の場合の面積計測



（写真－7）

テープ実測による面積計測の様子

3 取組の結果

3次元測量とテープ実測による面積計測の結果をまとめました。簡易法枠工を施工した範囲を区画分けして、測定しました。3次元測量のカッコ内の数字は、テープ実測の値に対する3次元測量の値の割合です(表—2)。

この表から、TLS測量、UAV写真測量ともに、TINの辺長が20mの場合、つまり三角形を大きくとった場合の合計面積はテープ実測の値よりも(1~2%)小さいことが分かりました。この原因は、各三角形の辺長が法面の起伏を経由せずに直線距離で計測したことにより短くなったと考えられます。

逆にTINの辺長が1mの場合、つまり三角形を小さくとった場合はテープ実測の値よりも(2~3%)大きいことが分かりました。この原因は、テープ実測では捉えられないような細かな起伏も経由したことにより、各三角形の辺長が伸びたと考えられます。

次に今回の3次元測量とテープ実測のそれぞれの歩掛をまとめると(表—3)、1日あたり、テープ実測では12人、TLS測量では8人、UAV写真測量では11.5人という結果でした。特に法面作業に関しては、3次元測量により省力化が図れていることが分かります。

またコスト面では、テープ実測は約30万円、TLS測量は機械費込みで約130万円、UAV写真測量は機械費込みで約110万円という結果でした。

4 まとめ

今回の調査により、以下の3つのことが分かりました。

1つ目として、3次元測量とテープ実測の結果を比較すると、合計面積で約1~3%の差が見られることが分かりました。ただ、この結果は外周線の選択位置や三角形の割付の違いにより多少変わると考えられます。

2つ目として、TLS測量は作業延人数を2/3程度に削減でき、UAV写真測量はテープ測量とほぼ同等の結果となりました。しかし、3次元測量の法面での作業量はテープ測量に比べ、約1/4~1/8の省力化が図れています。危険な法面での作業が削減できることから安全面でのメリットがあると考えます。今後計測精度の向上による標定点の削減やデータ処理作業の改善等により省力化につながっていくと期待できます。なお、データの処理には高性能パソコンが必要になります。

3つ目として、得られた3次元点群データは面積計測以外にも各種図面の作成や、現況をそのまま保存できることから継続工事の設計時などの有用なデータとして活用できる等のメリットがあります。

今後の技術発展等の省力化で、治山工事がより安全で効率的に行われるようになることを期待しています。

(表—2)

3次元測量とテープ実測による面積計測の結果(単位:㎡)

区分	テープ実測	TLS測量		UAV写真測量	
		TIN・20m	TIN・1m	TIN・20m	TIN・1m
簡易法枠(中央部)	3473.20	3394.59 (97.7%)	3513.04 (101.1%)	3380.25 (97.3%)	3523.27 (101.4%)
簡易法枠(上左)	1432.80	1462.78 (102.1%)	1513.4 (105.6%)	1442.25 (100.7%)	1569.27 (109.5%)
簡易法枠(下左)	201.90	202.49 (100.3%)	205.08 (101.6%)	206.17 (102.1%)	208.10 (103.1%)
簡易法枠(右中)	261.30	248.08 (94.9%)	260.38 (99.6%)	252.16 (96.5%)	260.10 (99.5%)
簡易法枠(右右)	279.60	274.15 (98.8%)	278.44 (99.6%)	273.38 (97.8%)	276.09 (98.7%)
合計	5648.80	5582.09 (98.8%)	5770.34 (102.2%)	5554.21 (98.3%)	5836.83 (103.3%)

(表—3)

3次元測量とテープ実測の歩掛とコスト比較(単位:人・日)

作業工程	テープ実測	TLS測量	UAV写真測量
作業計画	-	2.0	2.0
法面作業	12.0	1.5	3.0
TLS観測またはドローン写真撮影	-	1.5	1.5
点群データ作成	-	1.0	3.0
点群編集	-	2.0	2.0
合計	12.0	8.0	11.5
合計金額(コスト)	約30万円	約130万円 (機械費含む)	約110万円 (機械費含む)

1 - 3 森林ふれあい・民国連携部門

「バードピア浜北」のリニューアルと新しい展示が来園者に及ぼす効果

一般社団法人フォレメンテあかまつ チーフ自然解説員 瀬下 亜希
静岡県環境ふれあい課 佐藤 晶子
静岡県西部農林事務所 山口 亮

1 課題を取り上げた背景

静岡県立森林公園は、静岡県西部に位置し約 185ha の天然のアカマツ林を主体とした自然公園です。静岡県の鳥であるサンコウチョウをはじめ、東海丘陵要素植物であるトウカイコモウセンゴケ、絶滅危惧種のニホンアカガエルなど希少な動植物が多数生息する特色ある森です。

森林公園のビジターセンターである「バードピア浜北」は、公園中央付近に平成 15 年にオープンしました。しかし、15 年が経過し老朽化が目立ちはじめ、固定された展示物の情報が更新しにくいことなどが課題となり、平成 30 年から令和元年にかけて更新工事を行い、令和元年 7 月にリニューアルオープンしました。そこで、リニューアルと新たに行った展示が来園者に及ぼす効果について報告します。

2 具体的な取組

(1) 方向性及びコンセプトの決定

工事に先立ち、平成 30 年度に「静岡県立森林公園まるごとエコミュージアム」というキャッチコピーをたてました。森林公園が持つ特有の自然を文字どおり「まるごとミュージアム」としてアピールし、独自性を前面に打ち出すことで、他の公園との差別化や存在価値を明確にすることが狙いです。また、バードピア浜北を「来園者を森へいざなう玄関口」と位置付け、「いつも動きのある生きたビジターセンター」をコンセプトにリニューアル計画を進めました。固定物をできるだけ撤去することで、新しくフリースペースを作り出し、「企画展示」として利用することにしました。そして、館内に一歩足を踏み入れれば、「森林公園の匂が一目で分かる空間」を作ることを目指しました。

(2) 展示レイアウトの検討及び施工

展示レイアウト更新の検討は、約 7 か月間かけて行い、実際の展示を担う自然解説員を検討メンバーに加え、更新のイメージを関係者間で共有しました。設計は外部委託せず検討メンバーで行い、更新後のイメージ図や図面は筆者らで作成し、工事発注時に使用しました。メインパネルや什器類は本工事に先駆けて発注・製作することで、工期の短縮を図りました。本工事の施工中は、関係者間で早めに要望等の擦り合わせを行うことで、2 か月間という短い工期で完成させることができました。また、工事完成・引渡から企画展開始まで 2 週間と短期間でしたが、工事の進捗や日程などの連絡調整を密に行ったため、順調に記念企画展をスタートすることができました。

(3) 企画展の狙いと効果的な展示方法

リニューアル記念企画展として、夏休みの子もたちとその家族をターゲットにした「森林公園のトンボ」を 7 月下旬から 8 月にかけて開催しました。冬には大人をターゲットにした「冬の森の鳥」を開催し、リニューアル後に 3 回の企画展を実施しています。

企画展実施のポイントとして、年齢や興味の対象を絞る一方、自然に興味のない来園者を考慮

し、誰もが「楽しそう」という印象を持つものを目指しました。企画展「冬の森の鳥」では、園内で見られる野鳥の生態を写真パネルで紹介しましたが、それらを整然と並べるだけでなく、視覚的に変化のある手法をとりました。木の棒を針金で組み立て、写真パネルや解説パネルをその中にランダムに配置し、エントランス全体を落葉した冬の森のイメージとしました。情報伝達のための仕掛けを意識的にちりばめるため、木の高いところにいる野鳥は高い位置に、低いところにいる野鳥は低い位置に展示し、生態をイメージできる配置としました。また、羽の標本などの実物も展示に組み入れました。その結果、直径 7m という空間ながらも、情報量の多い複雑な印象にすることができました（写真－1）。また、展示に絡めて、様々な企画を複合的に構成し実施しました。例えば、鳥のお面を作成し来館者に自由にかぶってもらうことでインスタ映えを狙ったり、双眼鏡の練習ができるブースを設けたり、クイズやワークシートなどあらゆる角度から、企画展のテーマを楽しく掘り下げられるツールを用意しました。企画展の最終目的は、「来園者に森へ行ってもらうこと」であるため、森林公園内の観察マップや解説パンフなども配布しました。また、企画展のテーマに合わせた観察会を多数実施し、来園者が観察できる機会を増やすとともに、反響を直ちに展示に反映することで、観察会や森林公園のリピーター獲得に努めました。

3 取組の結果

（1）新設したフリースペースの役割と効果

リニューアルで生まれたフリースペースは、エコミュージアムの森のセントラルステーションとしての役割を果たしていると考えられます。このため、季節ごとの企画展示により、様々な行事や企画が体系的に結びつき、多くの相乗効果を生み出しました。また、企画展示を中心に各種企画を関連づけ、一つのまとまった大きな企画とすることで、マスコミへの告知がしやすくなり、報道機関に取り上げられる機会が格段に増加しました。リニューアル前も、四季の情報提供や楽しい企画を実施し、成果をあげているのですが、バードピア浜北の顔であるエントランスにフリースペースを出現させたことで、企画の集約が可能となり、来園者への訴求力がより高まったと考えています。

（2）新たな展示や企画展の効果検証とその考察

公園利用者に対しアンケート調査を毎年実施しているため、検証に利用しました。リニューアル前の2年及びリニューアル後の1年の3年分を対象とし、利用目的、森林公園の自然、施設の印象、スタッフの接客態度、森林公園全般の総合的な評価及びその他の6項目について「とても良い」と回答した割合に着目して分析しました。

バードピア浜北の印象、スタッフの接客態度及び森林公園の総合的な評価の3項目でリニューアル後に「とても良い」が増加しました（図－1）。また、利用目的にも変化が見られ、いままでの散歩に代わり、自然観察や環境学習がリニューアル後にトップとなりました。森林公園の「まるごとエコミュージアム」化が着実に進行していると考えています。

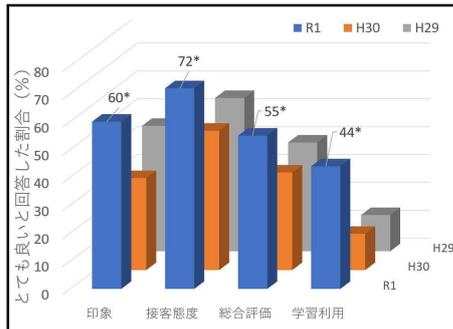
これらの効果が得られた理由は、エントランスを大胆に改修したことで、来園者の第1印象に変化を与えたこと、四季を感じる手作りの企画展を定期的を実施することで、常に新しい印象を与え続けたためと考察しました。リニューアル後の3つの企画展すべてで、多くの人を訪れていることが、その裏付けとなっていると考えています。また、エントランスで企画展を実施することにより、スタッフと来園者の交流が増え、そのことが、好印象につながっていると思われます。さらに、季節に応じたさまざまな企画展を行うことで、「現地で本物を見てみたい」という来園

者を増やしたのではと考えています。

4 まとめ

今後も企画展や観察会を継続的に開催し、それらを積み上げていくことで、森林公園内に生息する動植物の年次変化や遷移などの情報を蓄積していきます。また、単に情報を蓄積するだけでなく、数年単位で結果を取りまとめ、カタログや写真集などを作成していきたいと考えています。

最終的には、博物館や美術館で見られる「目録」を作成し、バードピア浜北に備え付け、来園者に提供することで、利用者の増加や満足度の向上に貢献していきたいと思ひます。



(図一) 直近3年間の利用者アンケート結果



(写真一) 空間を複雑化し情報量を高めた展示

赤谷の森における自然林復元試験

赤谷森林ふれあい推進センター 伊藤 彰伸
公益財団法人日本自然保護協会 朱宮 丈晴

1 課題を取り上げた背景

現在、赤谷の森は戦後の拡大造林により約1万haのうち3千haが人工林となっています。一方で、自然の豊かさの指標であるイヌワシ、クマタカ、ツキノワグマ等の重要な生物の生息地でもあることから、H23年度に樹立した赤谷の森管理経営計画において、2千haを本来の姿である自然林へ復元する取り組みが開始されています。復元を目指す森林は、赤谷の森の潜在自然植生を考慮し、標高900m以上はブナ、ミズナラを主とする冷温帯落葉性広葉樹林、900m以下はコナラ、クリ、ケヤキを主とする中間温帯林としています。また、その手法については、人工林を伐採し、その後は植栽を行わず、埋土種子や散布された種子などの自然の復元力を利用した天然更新によるとしています。中間温帯林等については、人工林を積極的に自然林へ復元するための知見は乏しいのが現状です(Noguchi et al. 2011)。そこで、本試験では、伐採面積を変えたことによる光環境の違いが、復元にどのように影響を与えるのかを明らかにすることを目的としました。

2 具体的な取組

試験を行うにあたり、群馬県利根郡みなかみ町において南側に30mの樹木があると仮定し、そこから距離に応じた伐採幅を変えた場合における林床の日照時間を積算しました。日照時期は、落葉樹の葉が展開しており、樹木の生長が盛んに行われる時期である4月から9月までの期間としました。その結果、伐採幅に対する積算日照時間は、幅30m未満では急激に低下することが分かりました(図1)。このことから、伐採幅が30mを下回ると、更新樹の生育は強く抑制されるものと想定されました。

そこで、東西方向にそれぞれ幅4m、6m、20m、30m、40mの帯状伐採を行い、実際の復元の違いを見ることにしました。一方、試験は、幅4m、6mの場合には樹高15mのスギ林で列状間伐を、幅20m、30m、40mの場合には樹高30mのカラマツ林にて帯状漸伐を行うこととしました。スギとカラマツで樹種が異なりますが、どちらも天然林伐採後、植栽されてから主伐が一度も行われていない、いわゆる1代目の人工林ですが、スギの人工林の前は広葉樹であるのに対して、カラマツ人工林は草地であったことから、後者の方が土壌条件が悪いと想定されます。しかし、比較対象はあくまで光環境の違いであることから、比較には問題ないとなりました。

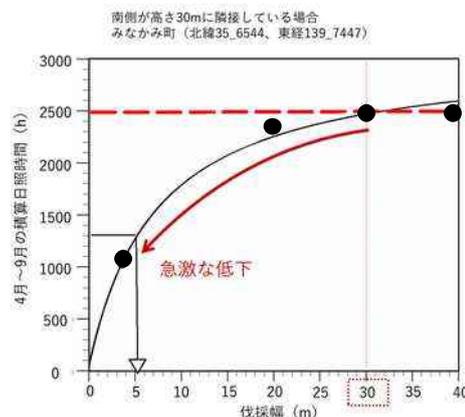


図1. 伐採幅の違いによる積算日照時間 (4月～9月)

(1) 帯状漸伐

標高750～850mに位置する48年生のカラマツ林(大源田外2国有林241つ林小班)を選定し、幅20m、30m、40mの試験区を設け、それぞれに10m四方の調査地を設定しました(図2)。伐採前の調査地において林床の樹種の同定と個体数の計測を行いました。

その後、2006年に帯状漸伐を実施し、伐採後1、2、3、4、5、6、9、14年目に更新樹の個体数（萌芽幹を含む）の計測、樹高・胸高直径の測定、樹種の同定を行いました。

（2）列状間伐

標高850～1000mに位置する28年生のスギ林（大源田外2国有林244～3林小班）を選定し、幅4m（2伐4残）、6m（3伐6残）の試験区を設け、それぞれに10m四方の調査地を設定しました（図3）。伐採前の調査地において林床の樹種の同定と個体数の計測を行いました。その後、2004年に列状間伐を実施し、伐採後2、3、5、6、9、15年目に更新樹の個体数（萌芽幹を含む）の計測、樹高・胸高直径の測定、樹種の同定を行いました。



図2. 帯状漸伐試験地位置図

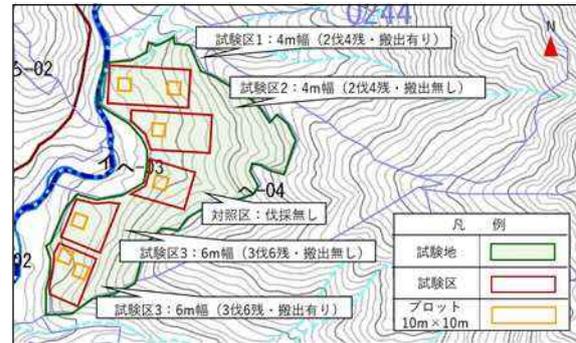


図3. 列状間伐試験地位置図

3 取組の結果

（1）更新樹の個体数

伐採後に生育した100m²あたりの萌芽幹を含む更新樹の個体数における経年変化について、帯状漸伐と列状間伐それぞれ図4に示しました。その結果、帯状漸伐では、伐採後、全ての伐採幅において個体数は大幅に増加し、伐採2年目には500本/100m²を上回りました。一方、伐採5年目からは減少に転じ、14年目には伐採幅による個体数の差はほとんど無くなりました。また、列状間伐でも個体数は増加しましたが、最多で9年目の200本/100m²程と、帯状漸伐と比較して半数以下となり、以降は微増か減少に転じていました。

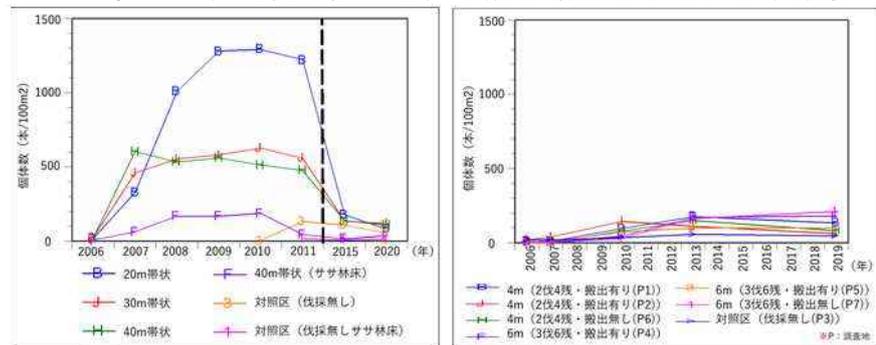


図4. 100m²あたりの更新樹個体数の経年変化（左：帯状漸伐、右：列状間伐）

（2）更新樹の平均樹高

更新樹の平均樹高における経年変化について、帯状漸伐と列状間伐それぞれ図5に示しました。その結果、帯状漸伐では、伐採後、全ての伐採幅において調査した14年間、継続的に平均樹高が増加していました。また、14年目には、伐採幅30mでは3m、伐採

幅 40m では 5m を上回りました。一方、列状間伐でも伐採 5 年目までは平均樹高が増加していたものの、以降は明確な増加が見られませんでした。加えて、伐採 15 年目は 1m 程と、帯状漸伐と比較して明らかに低くなっていました。

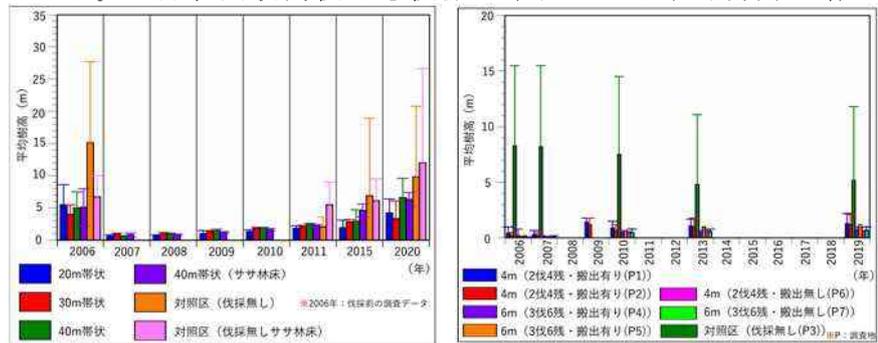


図 5. 更新樹の平均樹高の経年変化（左：帯状漸伐、右：列状間伐）

(3) 更新樹の最大樹高

更新樹の最大樹高における経年変化について、帯状漸伐と列状間伐それぞれ図 6 に示しました。その結果、帯状漸伐では、伐採後、全ての伐採幅において調査した 14 年間、継続的に最大樹高が増加していました。一方、伐採 14 年目には伐採幅 30m と 40m で 13m を上回ったのに対して、幅 20m では 10m 程にとどまりました。また、列状間伐でも最大樹高は増加していたものの、その上げ幅はわずかで、減少を示した試験区もありました。加えて、伐採 15 年目は最大でも 4m 程と、帯状漸伐と比較して明らかに低くなっていました。

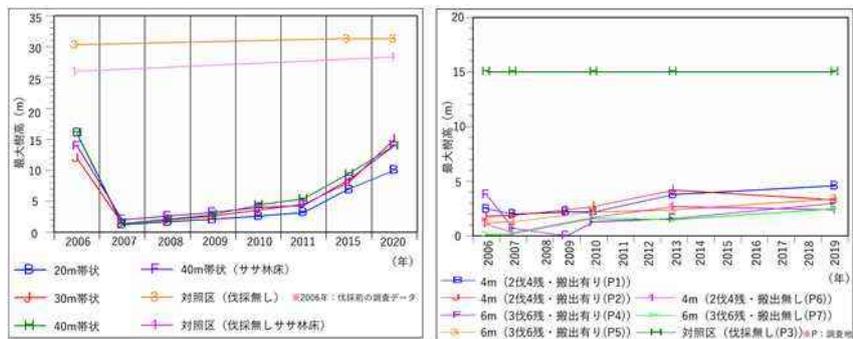


図 6. 更新樹の最大樹高の経年変化（左：帯状漸伐、右：列状間伐）

(4) 更新樹種

更新樹の樹種について、帯状漸伐後 14 年目と列状間伐後 15 年目の、個体数が多かった上位 20 種をそれぞれ表 1 に示しました。その結果、帯状漸伐では、潜在自然植生とされるクリも少なからずあったものの、伐採前の林床に多かったエゴノキとウワミズザクラが特に多く見られました。また、列状間伐でも潜在自然植生であるブナは少なからずあったものの、帯状漸伐と同様に伐採前の林床で多かったリョウブとアブラチャンが特に多く見られました。

表 1. 更新樹の樹種（左：帯状漸伐、右：列状間伐）

樹種名	20m	30m	40m	対照区 (伐採無し)	対照区を除いた平均	樹種名	2伐4残・撤出有り (P1)	2伐4残・撤出無し (P2)	3伐6残・撤出有り (P4)	3伐6残・撤出無し (P6)	対照区 (伐採無し)	対照区を除いた平均
エゴノキ	8.0	14.0	3.0	1.0	8.0	リョウブ	6.8	11.4	33.3	138.3	0.0	12.4
ウワミズザクラ	8.0	4.0	17.0	0.0	8.0	アブラチャン	28.9	34.3	9.1	0.0	14.8	18.1
アブラチャン	5.0	2.0	8.5	5.0	5.2	オオバコモジ	4.9	11.4	16.7	11.7	6.1	11.2
ヤマモミジ	5.0	3.5	1.5	2.5	3.3	ミズスズ	0.8	2.9	2.7	20.0	0.0	6.6
ヒツパカエダ	0.0	6.0	1.0	3.0	2.3	ヤマモミジ	6.8	0.0	16.1	1.7	0.4	6.1
リョウブ	5.5	0.0	1.0	7.0	2.2	アオダモ	8.1	8.6	4.3	0.0	1.3	5.2
アオダモ	3.0	1.0	0.5	7.5	1.5	スズ	0.0	0.0	19.9	0.0	0.0	5.0
合計	2.8	1.5	0.5	0.5	1.5	ツツカエダ	16.4	0.0	0.5	0.0	1.3	4.2
ガマズミ	3.0	0.5	0.0	0.0	1.2	ブナ	6.4	2.9	1.1	5.0	0.4	3.8
オオバアサガラ	0.0	0.0	2.5	0.0	0.8	エゾアジサイ	9.1	0.0	3.8	0.0	1.7	3.2
イタヤカエダ	2.0	0.0	0.0	0.0	0.7	タニツツミ	0.0	0.0	8.6	1.7	0.0	2.6
カスミザクラ	2.0	0.0	0.0	0.5	0.7	ウツノキ	0.0	0.0	8.1	1.7	1.7	2.4
アオダモ	1.5	0.0	0.0	0.0	0.5	モリトケシ	2.5	0.0	0.0	3.3	0.0	1.5
アサノハカエダ	0.0	1.5	0.0	0.0	0.5	ムラサキバ	0.8	0.0	3.2	1.7	1.7	1.4
ウリハダカエダ	1.5	0.0	0.0	0.0	0.5	コナシイロ	0.0	0.0	3.2	0.0	0.4	0.8
ミズナラ	1.0	0.0	0.5	2.0	0.5	アゲアゲ	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.7
アカシデ	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	コミマカエダ	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.7
オオバコモジ	0.0	0.0	1.0	0.5	0.3	ツツハシバシ	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.7
ツツハシバシ	0.0	0.0	1.0	0.0	0.3	ハクワンボク	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.7
ツルウメモドキ	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3	サワグルミ	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6

※対照区を除いた平均個体数が多い上位20種について記載

※対照区を除いた平均個体数が多い上位20種について記載

(5) 考察

まず、伐採幅 4m と 6m である列状間伐と伐採幅 20m、30m、40m の帯状漸伐のどちらも、更新樹の出現と経年による個体数の増加が確認されたことから、両者ともに更新樹の定着を促す効果があると考えられました。一方で、両者を比較した場合、列状間伐は帯状漸伐よりも更新樹の個体数が半数以下であったこと、樹高成長も帯状漸伐より乏しく、平均樹高は 1/3 程であり、最大樹高も 1/2 以下であったことから、幅数 m 程度の伐採では日照が十分に確保されないため、更新樹の生育が大きく抑制されると考えられました。

次に、帯状漸伐間で比較した場合、更新樹の個体数に関しては、最終的に伐採幅による差はほとんど無い一方で、平均樹高は幅 40m が最も高く、最大樹高に関しても幅 30m と 40m が 20m よりも高い値を示すなど、伐採幅 30m 以上で生育が促されることが示唆されました。一方で、単に平均樹高と最大樹高を比較しただけでは、肥大成長などは考慮されていないため、明確な生育の違いを見ることができません。

そこで、帯状漸伐の更新樹について胸高直径と樹高の関係を伐採幅ごとに D-H 曲線として図 7 に示しました。その結果、伐採幅 30m と 40m では胸高直径に対して樹高が高いのに対して、20m では胸高直径に対する樹高が低く、伸長成長よりも肥大成長が優先されていることが分かります。これは、伐採幅が 30m を下回ると、光環境の悪化により、更新樹の生育は強く抑制されうるといふ、当初の想定と合致する結果となりました。このことから、南側に 30m のカラマツがある場合、更新樹の生育には幅 30m 以上の伐採地を確保したほうが望ましいと考えられました。

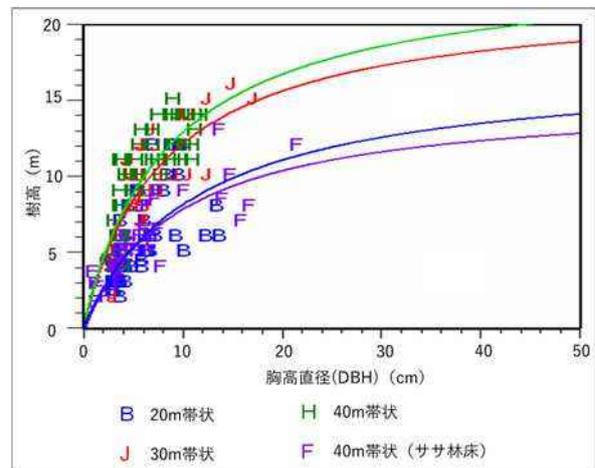


図 7. 胸高直径と樹高の関係 (D-H 曲線)

4 まとめ

東西方向への列状間伐と帯状漸伐では、どちらも伐採後、林床に更新樹を定着させる効果があると考えられました。一方で、幅数 m 程度の列状間伐では、南側に保存された植栽木の被陰により日照がほとんど確保されないために更新樹の生育が大きく抑制されることから、天然更新を促す効果は非常に低いものと考えられました。また、幅数十 m 程の伐採であっても、同じく南側の保存された植栽木が 30m であった場合、幅 20m 以下の伐採ではこちらも日照不足により生育が抑制されると考えられることから、天然更新には幅 30m 以上を確保して伐採を行うことが望ましいと考えられました。ただし、林床の樹種が林冠で長期間優占することになるため、目標とするコナラなど高木種の優占する林分には逆に時間を要するとも考えられます。

課題として、伐採から約 15 年では、試験地の植生は周辺の自然林のような樹高約 20m、胸高断面積約 63m²/ha 程度の樹勢には達していなかったことや、コナラ-クリ、ブナ-ミズナラといった潜在自然植生から構成される林分にも達していなかったことが上げられる他、約 15 年にも及ぶ経年調査の終了時期についても、周辺の自然林と比較した群落の構造や組成、機能などを考慮し、継続の必要性も含めて検討していく必要があります。

炭焼きを取り入れた森林環境教育について

高尾森林ふれあい推進センター 磯田 伸男
岩下 祐子

1 課題を取り上げた背景

高尾森林ふれあい推進センター（以下「センター」）は、高尾山の国有林をフィールドとして、人の生活や環境と森林・林業について学べる森林教室（森林環境教育）を実施しています。

その中で、毎年数校に対して、炭焼きを取り入れた森林教室を実施しており、今回はその状況について発表します。

2 高尾山の概要

高尾山は、新宿から電車で1時間の都心に隣接する都会のオアシスとして、ミシュランガイド三つ星に輝き、登山者数が年間300万人の世界一の山です。

西暦744年に開山された薬王院を中心に、山岳信仰の対象としても古くから親しまれています。



（写真－1）炭焼きの様子

3 森林環境教育の概要

センターが主催し、一般の成人を対象に公募している「森林カレッジ」は約30名で年4回、著名な大学教授等の講義と間伐などの林業体験を実施しています。

その他の「公募イベント」については、年3回各20名を公募し、炭焼きや、つるかご編みなどを実施しています。

また学校等の教育機関から依頼を受けて「森林教室」「クラフト体験」「林業・職場体験」、を約40校2,000名の規模で実施しています。

そのほかに「協定イベント」を実施しています。あらかじめ局長と協定を締結した団体が森林ふれあい推進事業として、植物観察など年約35回900名程度を実施しています。

4 炭焼きを取り入れた森林教室の概要

センターでは毎年、約20校1,500名の小学生を対象に森林教室を実施しています。

その中で年間4校程度に対して炭焼きを取り入れた森林教室を実施しています。

開設当時の昭和61年に日影沢園地に炭窯を整備し、同年7月からガールスカウトへの炭焼きを取り入れた森林教室が行われております。

小学校に対する炭焼きを取り入れた森林教室は、記録が残っているのは平成9年からで、20年以上の実績があります。

平成30年度に実施した森林教室（炭焼き）は、学校へ出向いての実施が3校、センターでの実施が1校の計4校となっています。

3. 森林環境教育の概要			
主催	センター	一般公募	森林カレッジ 4回 30名
			公募イベント 炭焼き・つる籠 3回 各20名
依頼	センター	小学校	森林教室 17校 1,400名
		幼稚園	クラフト体験 21回 700名
		特別支援学校	
		中高校・大学	体験林業 職場体験 5校 15名
協定	協定4団体	一般公募	植物観察など 35回 900名

（表－1）森林環境教育の概要

5 森林教室の目的

森林教室を通じて児童が住む身近な里山の保全整備や、森林の働き、地球環境等について自分たちで調べて、考えや思いを情報として発信したり、行動を起こし問題を解決する力などを育むことを目指しています。

6 森林教室の日程

- ① 通常の「森林教室」は、座学による「森林学習」と、「丸太切り」などの体験学習、「森林散策」による実地学習を組み合わせたプログラムで実施しています。
- ② 炭焼きを取り入れた森林教室は、「炭焼き」「花炭」「森林学習」「森林観察」「丸太切り」を組み合わせ実施しています。

7 炭焼きの行程

① 炭窯を作る作業

- ・幅 80 cm×高さ 40 cm×奥行き 150 cmの穴を掘ります。
- ・炭窯の縦方向に直径 10 cm程度の丸太を 2 本並べ、鉄筋等を配置します。
- ・細い鉄筋をスギ丸太に竹材を積むための支えとして左右に 2 本ずつ立てます。

② 炭焼きの準備

- ・炭窯の奥に煙突を立てます。
- ・竹材を釜口に密着して、周囲の壁の高さまで積みます。
- ・竹材と窯周辺の間隙及び上部に落ち葉を十分に敷き詰めます。
- ・トタン板で窯全体を覆います。
- ・トタン板の上から土をかぶせます。

③ 炭焼き

- ・焚き口で薪を燃やします。
- ・ウチワ等で扇いで窯の中に熱風を送り続けます。
- ・白煙が勢いよく出始めます。
- ・黄褐色の煙に変わると熱分解が始まります。
- ・煙の色が青色から透明になった時点で焚き口を完全にふさぎ、煙突を引き抜いて煙突口もふさぎます。



(写真-2) 炭窯作りの様子

④ 炭の取り出し

- ・窯を密閉した翌朝、土やトタン板等を取り除き、炭を取り出だします。

8 炭焼きが児童に与える影響

児童は、数ヶ月前から、竹を切り、運び出し、竹割りなどの準備をします。

森林教室の当日は、スコップを使って窯を掘り、竹材を並べ、窯に火を入れ、団扇で扇ぎ、煙の臭いを嗅ぎ、煙の色を見て、煙の温度を手で確かめるといった一連の作業を体験します。

また、作文コンクールに出品している作文からも、児童たちの感動が良くわかります。

- ・炭焼きのことをお母さんに話したら「炭焼きなんてめったにできないから、よかったね」と言われた。
- ・虹色の炭が出来上がり「きれいだな」と思いました。
- ・こんなにすごい臭いだとは思わなかった。
- ・心に残る楽しい活動だった。

- ・スコップで窯を掘り、すごく疲れた。
- ・周りに落ち葉をつめて踏むのがフワフワしていて楽しかった。
- ・窯から炭を出したときうれしさがこみあけてきた。
- ・一生忘れない。

以上のような感想がたくさん寄せられました。

多摩地域の小学校の森林教室で炭焼きを一緒に指導いただいている、専門家の先生は、学習雑誌のなかで、『子どもたちが森林について学習をする際、木の種類をどれだけたくさん覚えるのは実はあまり重要ではありません。それよりも、森や雑木林に自分の身体を置いて、匂いを嗅げるものは嗅ぎ、触れられるものは触り、聴けるものは聴き、口に入れられるものは味わってみる。そうして得た実感が、本当の意味での知識や教養につながるのです。「知ること」は「感じること」の半分も重要ではありません。五感を通して感じたことは、子どもたちの奥深い場所に刻まれる記憶になると思います。』とおっしゃっています。

9 炭焼きを取り入れた森林教室の意義

炭焼きでは火を使い煙がたくさん出ることから、温暖化ガスを排出しているだけだと捉えている児童も多いのですが、「森林の働き」について学習する座学の中で、光合成や、カーボンニュートラルについての説明を聞くと、炭を焼くことは地球環境の保全にも貢献することを理解し、更に温暖化について興味を持ってもらえています。

そして森林は何度でも循環して利用することができる大切な資源であることを学びます。このように、学校林や周辺の里山の整備と炭焼きを結びつけた森林教室は、生涯を通じた森林環境教育へと繋がるものと確信しています。



(写真-3) 窯出された竹炭

2 講評及び審査結果

令和2年度 関東森林管理局 森林・林業技術等交流発表会 審査員講評

発表番号	課題名・発表者	審査員コメント
1	<p>天然更新は簡単か？困難か？ —皆伐跡地における天然更新地の調査結果より—</p> <p>関東森林管理局 計画課 経営計画官 平野辰典</p>	<p>伐採地が今後も増えていくにつれ、天然更新を選択する場所も増えるでしょうが、「シカを増やさない林業」も念頭において、事例集をまとめてほしいです。</p> <p>「天然更新を成功させるには特徴に応じた保育が必要」との結論を得ている。この裏付けとなるような、「保育」の実施(シカ害対策や下刈り等の有無による成否の違い)に関する調査結果があるとよい。</p> <p>広葉樹更新を阻害する主要要因を包括的に評価できる調査デザインが良いです。貴重な調査レポートを森林管理局ウェブサイト公表し、情報発信する点も評価したいです。現状として更新基準以下になっている林分の措置について、関東局ではどのような方針を検討されているかという点についても、コメントがあると嬉しいです。</p> <p>天然更新技術の確立は国有林フィールドに期待される取組であり、民有林も参考とさせていただきたいので、ぜひ継続的な研究をお願いします。</p> <p>広域に事業を行っている国有林ならではの内容で、現場業務に大いに参考となると思います。今後も組織的に事例が蓄積できるよう取組を期待します。</p>
2	<p>素材生産事業の生産性に関する解析・考察</p> <p>日光森林管理署 主事 山本 要 一般職員 石川いずみ</p>	<p>「平均単木材積が大きいと生産性が上がる」ことが、販売価格と連動して山元への還元の向上につながるというですね。</p> <p>生産性に影響を与える諸要因について、その影響度の数値化を試みたことは評価できる。 今後さらにデータを蓄積し、「急傾斜地において目標生産性を実現する施業モデル」を見出してほしい。また、コストに関する考察を望む。</p> <p>管区内の100箇所以上の素材生産記録をデータ化し、統計解析した点は良かったです。今回の解析結果が、今後の生産システムの検討(例えば、架線系システム導入した場合の造材搬出コスト削減効果の検討など)に展開することを期待しています。</p> <p>森林組合等民有林の素材生産性解析については、作業道作設は含めないのが一般的です。作業道作設は傾斜条件の影響が大きいこともあり、このほうが純粋な伐出コスト把握ができると思います。</p> <p>事業地のデータを1週間ごとに区切ることで、解析に十分なデータ数を確保したところに工夫を感じました。この分析手法を生産性の向上にどう活用していくかをイメージして今後も取組を進めてみてください。</p>
3	<p>群馬県におけるナラ枯れの近況について</p> <p>群馬県林業試験場 技師 白石 泉 主席研究員 小野里 光</p>	<p>「目的に見合った」防除方法が示されると、場所や状況に応じての対策の選択肢になると思います。また、地名に不案内なので、地図とともに示されると良かったです。</p> <p>カシナガ発生時期が早期化していることを明らかにしたことは防除対策に有効な情報を与えると思料する。3種類の防除方法それぞれに適した条件やメリット・デメリットを防除効果の実績から明らかにすることができるとよい。</p> <p>毎週のようにカシナガ捕獲トラップを見回り、野外作業も試料処理もかなり労力かかると思います。このような詳細観測のおかげで、発生時期が早まっているかもしれないことがわかってきたのは、防除策を講じる上で大事な情報だと思います。今後も観測を続けるとともに、既存研究情報も集め、的確な捕獲手法の選定につなげていただけると嬉しいです。</p> <p>おとり丸太による防除対策の成果を、防除技術としての一般化すべくご尽力ください。</p> <p>これまでの調査・試験の積み上げが感じられ、そのことに敬意を表するところです。被害の再拡大を受けて、今後の防除方針をどう考えるか、国有林も含めて整理が必要に思いました。</p>

発表番号	課題名・発表者	審査員コメント
4	<p>ドローン写真測量等を活用した 治山工事における出来形計測 について</p> <p>大井川治山センター 主事 武田悠作 一般職員 平田和嗣 株式会社 飛鳥 事業推進部 第一課長 増田大斗 株式会社 梶山組 工事部 小左和之</p>	<p>現場に応じて歩掛かりやコストも変わってくるので、このようなデータを 集積されていくことを期待します。</p> <p>2つの三次元測量の精度に対する試験結果への評価が明示されてい ない。 三次元測量を採用するメリットは(効率化ではなく)安全性向上である ことを明らかにした点がよい。</p> <p>出来高計測だけでなく、設計や点検にも活用して欲しい。また、安全面 も強調すべきと考えます。</p> <p>一事例ですが、ドローンor地上スキャンデータの精度と省力化の見通 しについて、実地測量データと比較しながら多角的に考察している点 は良かったです。工事規模や地形条件の異なる他の治山現場での調 査事例も蓄積し、こうした新技術を組み合わせた測量体系を構築して いてほしいと思います。</p> <p>ドローン写真測量の有効性、今後の活用可能性を期待させる内容で、 発表方法もわかりやすく優れていると感じました。</p> <p>森林土木工事へのICT技術の活用は、今後の重要な課題であり、未 だ基準等が整備されていない中で、現地で試みたことは大変良かった と思います。</p>
5	<p>職員実行シカ捕獲におけるICT通知 システムの導入について ～ICTで捕獲は楽になるか？～</p> <p>天竜森林管理署 地域技術官 藤戸 茜 (三ヶ日森林事務所) 森林官 瀬川元気 (瀬尻森林事務所)</p>	<p>職員の皆様のご努力に敬意を表します。R1年度と比較すると設置の 技術的な面も課題のようですので今後に期待します。</p> <p>負担軽減(効率性)と通知制度(正確性)のふたつの観点から調査した 点がよい。正確性の阻害要因を明らかにしたこと、「部分活用」の推奨 が、実効性あるよい結論となっている。今後さらに、部分活用の効果測 定を行ってほしい。</p> <p>プレゼンが非常にわかりやすい。</p> <p>シカ捕獲にかかる問題意識や課題点が明快に整理されています。実 験デザインも良いです。また、調査にあたる現場職員や業者とよく連携 し、捕獲当事者の意見を丁寧に聞き取っている点も評価したいです。</p> <p>ICTシステムそのものも高精度化もふくめ、改善すべき管理技術を整 理され、シカ捕獲管理の労力軽減を目指してください。</p> <p>ICT通知と現行を比較実施したところで工夫を感じました。まだまだ 課題はあるようですが、人手不足の中でICT通知システムは将来的に 不可欠となると思います。地道な比較検証の継続を期待します。</p>
6	<p>ドローンを使用した林地除草剤散布 による下刈省力化の可能性について</p> <p>茨城森林管理署 森林整備官 村上 周</p>	<p>今後も全国的に展開が進む課題だと思いますが、技術面や効果のみ ならず、合意形成のプロセスや周知などの点も各地で共有してほしい です。</p> <p>ドローンによる除草剤散布のコストを明らかにしたことは有用。 作業の安全性向上への効果が大きいことから、ひきつづき、コスト低 減のための研究を継続していただきたい。また、薬剤散布の影響につ いては継続して観察してほしい。</p> <p>問題点が明確に整理されています。天候や林地の状況に応じて、空中 薬剤散布と人力下刈をうまく組み合わせるといった、新しい下刈り手法 開発の契機になることを期待します。今後も、異なる林地条件や下層 植生タイプでデータ蓄積、再評価してほしいです。</p> <p>作業効率比較、コスト比較がとても明瞭で、メリット・デメリットもわかり やすく整理されています。</p> <p>しっかりと分析がしてあり、次につながる試験データとなったと思いま す。今後の試験継続、データ収集に期待します。</p>

発表番号	課題名・発表者	審査員コメント
7	<p>桐生木材ヤードの開設と運営への支援について</p> <p>群馬県桐生森林事務所 副主幹 青木宏樹</p>	<p>供給量が増加することによる価格交渉力の向上が、山元への還元につながるよう期待します。</p> <p>この取り組みのねらいとした、雇用創出と収益率向上に関して、5か年程度の目標や計画の情報があるとよかった。 課題となった点について、これまでの集荷・販売能力との違い、そのギャップを埋める具体策(素材生産、売り先確保など)について計画段階で想定していたことと現実の差異が読み取れない。</p> <p>既存市場の整備や機能向上をするのではなく、新たに「木材ヤード」を開設した事情について、もう少し詳しい説明が欲しいと思いました。また、既存市場のみの時期と、木材ヤード開設以降で、管内の木材集荷量や収益率がどの程度増えたのか示してもらえたら、木材ヤード設置の効果を実感できたと思います。</p> <p>森林組合、林業事業体の素材生産量増大に向けたサポートを今後ともお願いします。</p> <p>木材ヤードの開設に地域関係者が連携して取り組まれたことに敬意を表します。今後の地域林業の発展に寄与することを期待しています。</p>
8	<p>福島県会津地域における生物多様性に配慮した工法の検証</p> <p>福島県 会津農林事務所 技師 半沢竜馬</p>	<p>地域の生物多様性保全を考えていく上で重要な課題ですが、工法の違い以外の条件(例えば施工後の年数)などの情報も示されるといいと思います。(Hは計算間違いのように思いますので再計算してはいいかがかと思えます)</p> <p>生物多様性に配慮した工法の成果を評価する観点も重要。 植生のみでなく、土壌の成分や昆虫、微生物なども検証していれば「生物多様性の検証」といえるが、今回は「植生の復元状況の検証」にとどまったのではないだろうか。</p> <p>10年以上前に施工した生物多様性保全型工法の検証をしている点は良かったです。植生遷移の時間スケールは長いので、是非、今後も追跡調査していただけると嬉しいです。</p> <p>生物多様性のわかりやすい基準による評価と、治山工法の機能発揮を確認できた意義深い検証であったと思います。</p> <p>生物多様性に配慮した工法は、効果が現れるのに長い年月がかかりますので、長期スパンでしっかりと評価することは非常に重要であり、参考となりました。</p>
9	<p>様々な苗サイズに適應した下刈技術の開発</p> <p>森林技術・支援センター 地域技術官 仲田昭一</p>	<p>どのような苗を植栽するか、それに関連した保育はどうするか、を考える上で重要な結果が示されています。この調査地はツル類が少なかったのだと思いますが、そのことは明記した方がいいと思います。</p> <p>無下刈については引き続き、密度など様々な条件下での試験を行ってほしい。</p> <p>多様な苗タイプと下刈方法を組み合わせ、下刈期間全体を通して観測するという実験デザインが良かったです。さらに、将来の形質評価の視点から、競合植生の影響を個体レベルで丁寧に観察している点も評価したいです。今後の保育段階での追跡調査も是非続けてください。</p> <p>造林・保育コストと植栽木の形質にかかる調査に関して、植栽本数を少なくしたり坪刈等を組み合わせるのはいかがでしょうか。</p> <p>技術開発期間の終了後のフォローアップは重要だと思います。現時点での評価は今後の成長状況によって変わり得るので、引き続きフォローアップをお願いします。</p>

発表番号	課題名・発表者	審査員コメント
10	ドローンの自動飛行による防鹿柵管理手法の検証 塩那森林管理署 地域技術官 荒井亮一 (須賀川森林事務所) 事務管理官 三浦晃	ドローンはこれからも活躍が期待されますが、その限界を示す上で重要な結果になっています。
		点検作業へのドローンの活用は期待があるものの効果が不明確。本研究のように実務レベルで具体的に効果が得られる業務・得られない業務と、その程度についての情報が提供されることはたいへん有用である。
		発表者自身が考察されているように、柵見回りにはドローン活用はさほど効果的ではないのかもしれませんが、他にも様々に活用・応用先があるはずです。また、機材の性能も変わっていくでしょうから、それに合わせて今後も色々なアイデア出していきましょう。
		低コスト造林保育の技術確立のため、継続的な研究をお願いします。
		防鹿柵の点検へのドローンの活用方法が整理できたのではないかと思います。今後は、大規模補修時に実際にドローンを使い、検証をお願いします。
11	伊豆署における職員実行によるニホンジカ捕獲の取り組みについて 伊豆森林管理署 森林官 木村 慧 (松崎森林事務所) 主事 町野弘明	職員の皆さんのご努力に敬意を表します。ノウハウや、森を見る視点の一部としてのシカ道の把握など、これからも蓄積を重ねてほしいです。一方で、「シカを増やさない林業」も重要な視点ですので並行した取組があるといいですね。
		省力化に関する技術研究が多いなか、手をかけることによる捕獲効率向上をテーマに扱ったことが良い。技術革新ではなくひとつひとつの工夫の積み重ねにより中期的に大幅な成績向上が実現できることを示したことは、個々の経営体の不断の努力の重要性を再認識させる。
		野生生物の行動特性を理解した上で森林現場を管理することの大切さを改めて感じさせられました。獣道の見方や餌誘引、わな仕掛けのコツは、地味で些細なことですが捕獲率向上につながる大事な現場技術だと思います。こうした技術情報を業務引き継ぎ者間で共有することはやはり大切ですよね。
		職員実行による主体的取組と研究された捕獲技術をぜひ民有林関係者にも指導・共有いただきたいと思います。
		森林管理署全体で工夫して取り組まれており、捕獲効率も高く、他署への横展開もできる内容であり、高く評価しました。
12	UAV調査による森林調査とその普及—標準地・毎木調査との比較— 技術普及課 主事 小松玄季 上越森林管理署 森林整備官 山野大樹 地域技術官 高柳修延	現地調査との差異は何によってもたらされているのかを例示で構わないので示されると良かったと思います。
		標準地調査を実施したサイトでも毎木調査を行うまたは標準値におけるUAVデータとの比較が示されると良かった。標準値調査との差異が、UAVの精度によるものか標準値調査の精度によるものか(どちらの正確性が高いのか)がわからなかった。また、UAVの精度が単純林と混交林で異なるのが不明であった。継続的な調査に期待する。
		測樹へのドローン導入の課題点が明確に整理されています。上空からの情報だけでは、立木の形状や幹サイズの把握には限界があるのでは。従来の毎木調査や地上スキャナと組み合わせた測量体系に展開できると良いと思いました。事務局担当しながらでの発表準備、大変お疲れ様です。ありがとうございました。
		UAV調査の精度向上への研究を継続いただき、この調査方法の普及にご尽力ください。動画で発表者が映され説明されているのもこれまでの発表会のイメージに近くとても良かったと思います。
		道具としてのドローンについて考え方を整理し、森林調査の効率化に意欲的に取り組んだ点は高く評価できると思います。今後各署と連携をとってデータの蓄積をお願いします。

発表番号	課題名・発表者	審査員コメント
13	<p>「バードピア浜北」のリニューアルと新しい展示が来園者に及ぼす効果</p> <p>静岡県 西部農林事務所 主査 山口 亮 一般社団法人フォレメンテあかまつ 瀬下 亜希 静岡県 環境ふれあい課 佐藤 晶子</p>	<p>来館者への定期的なアンケートが、改築前後での評価の変化を明らかにすることができています。企画展や展示での公園利用者との協働が進むといいなと思いました。</p> <p>同様の施設が改善を検討する際に参考となる有益な情報が提供されている。リニューアルについて、また、リニューアル後のイベント告知等について、リニューアル前から具体的にどのような改善があったか(集客対策の改善の効果)がわかるとよい。アンケートで来場のきっかけを調査していたら変化を知りたい。</p> <p>今後も、季節に合わせて企画展の工夫をすることで、来場者が増えることを期待したいです。ジャングルジムのような展示ブースが良かったです(本当に上り降りや潜れると面白そう)。今後の運営方向性を見据えた上で、迅速な企画立案体制を構築している点も評価したいです。</p> <p>ビジターセンターの利用者満足の向上のための様々な工夫検討と実践、またこれを利用者アンケート等から分析され今後反映されていることはたいへん素晴らしいと感じました。県担当者との協働や森林サービス産業への取組等についても指定管理者のお手本であり参考にさせていただきます。</p> <p>関係者がよく連携をされて、それぞれに熱意と創意工夫をもって取り組まれていることに感銘しました。客観的な分析もしっかりされていて、素晴らしい取組だと思えます。</p>
14	<p>赤谷の森における自然林復元試験</p> <p>赤谷森林ふれあい推進センター 主事 伊藤彰伸 日本自然保護協会 生物多様性保全部 朱宮丈晴</p>	<p>15年は森林にとってはまだ短いスパンなのでしょう。今後も期待します。</p> <p>自然林復元のための有効な伐採方法について重要な情報を提供している。</p> <p>15年近い長期観測に基づいて、天然更新に対する伐採幅の効果を継続的に調査しているところが良いです。地形や林況の制約がある中でも、工夫して大規模な調査地設計をしている点も評価したいです。植生遷移の時間スケールは長いので、今後も是非追跡調査してほしいです。また、広葉樹更新に対する種子源からの距離や下層植生などの効果も検討してもらえると良いと思えます。</p> <p>自然林回復には照度向上と施業インパクト抑制のバランスという課題に対しての有効な試験地設定であると思えます。これまでの考察をふまえて試験地設定の再考される等今後もぜひ継続調査いただければと思います。</p> <p>試験地の設定方法や調査内容がしっかりしており、自然再生の視点だけでなく、林業としての天然更新を考える上でも、有効なデータだと思えます。今後の継続した成果の発信を期待します。</p>
15	<p>早生候補樹種ユリノキの材質・加工特性</p> <p>静岡県立農林大学校 林業学科 河合誉士</p>	<p>3本も計測されたのは大変だったと思いますが、3本すべてについてデータを示されると良かったです。</p> <p>早生樹種は生産性が期待できるものの、木材のマーケットを形成できるのか、その前提のひとつである材木としての品質はどうかという点について実務家の関心が高いものの、なかなかサンプルがない状況。そうした中、材質を検討するという着眼点が良い。他の樹種との比較(どのような樹種や木材の代替となりうるか)があると非常に実用的な情報となる。</p> <p>丸太の材質構造を捉える上で、乾燥前後での材質を立体的かつ精緻に測定した点が良かったです。乾燥処理年数からして、この研究は複数学年の学生さんが確実に引き継いだ共同測定の成果であることも評価したいです。</p> <p>広葉樹活用が先進地で取組スタートしている中、身近な樹種に注目された詳細な分析でした。この他の身近な樹種も含め農林大学校として継続研究いただければと思います。</p> <p>早生樹ユリノキの基礎的な特性がよく試験されており、今後活用できるデータだと思えます。これからは森林・林業・木材産業に関心を持って欲しいと思えますし、一層の活躍を期待します。</p>

発表番号	課題名・発表者	審査員コメント
16	炭焼きを取り入れた森林環境教育について 高尾森林ふれあい推進センター 専門官 磯田伸男 専門官 岩下祐子	<p>炭はいろいろな意味で環境教育に使えると思います。制作した炭を子供たちが使って、その感想とかもあるといいですね。</p> <p>小学校教育のカリキュラムのなかに定着させ、継続して取り組めるプログラムとして確立していることが優れた点のように見受けられる。プログラムの組み立てと、学校への導入や学校との連携についての考察があるとよかったです。</p> <p>日頃、炭焼きのほかにも、クラフトや植物観察など、様々なプログラムに取り組んでいることに感服しています。こうしたプログラムを通じて、林業や木材産業、自然の大切さに気づく子供を育てていただくと嬉しいです。</p> <p>炭焼き体験はとても貴重で生涯森林環境にも有効だと思います。既に取り組まれているかもしれませんが、歯磨きや脱臭・調湿剤等の身近な商品や、炭火焼き食品の美味しさ等も紹介なされればより効果があるのではと思いました。</p> <p>炭焼きが森林・林業体験として優れていることがよく分かりました。長年の森林教室の取組の成果だと思います。</p>
17	シカの食害防止と労力軽減に向けた下刈り方法の選定について 群馬県立農林大学校 森林コース 赤澤風音	<p>下刈りの意味を考えると、9番のように下刈りを実施しないことで成長に影響があるのか等のデータもあるとより考察できることが増えたと思います。</p> <p>実用的で興味深い試験。被圧と食害のバランスをコントロールする下刈り方法と時期の選択という観点で今後も試験を継続してほしい。</p> <p>各処理の苗木成長への効果も表示してもらえると良かったです。また、今後の展開に向けて、下刈り実施時期見直しの具体案なども示してもらえると良かったです。後輩学生さんに引き継いで、是非、追跡調査して行ってほしいです。</p> <p>無処理は被害少なく省力化にもなりますが、当然目的樹種の成長阻害であるので、この有効最適な組合せ(例えば造林地周囲に無処理地帯を残すこと等)の施業実証等を継続研究いただければと思います。</p> <p>下刈りについて、シカ食害防止と作業の負担軽減の両面から考え、試験してみたのは有意義だと思います。今後の経過観察を期待します。</p>

令和2年度 関東森林管理局森林・林業技術等交流発表会 審査結果

最優秀賞 1課題

「バードピア浜北」のリニューアルと新しい展示が来園者に及ぼす効果
 静岡県西部農林事務所 山口亮
 一般社団法人フォレメンテあかまつ 瀬下亜希
 静岡県森林ふれあい課 佐藤晶子

優秀賞 8課題（発表番号順）

天然更新は簡単か？困難か？ 一皆伐跡地における天然更新地の調査結果より一 計画課 平野辰典	福島県会津地域における生物多様性に 配慮した工法の検証 福島県会津農林事務所 半沢竜馬
ドローン写真測量等を活用した治山工事 における出来形計測について 大井川治山センター 武田悠作、平田和嗣 株式会社飛鳥 増田大斗 株式会社梶山組 小左和之	伊豆署における職員実行による ニホンジカ捕獲の取り組みについて 伊豆森林管理署 松崎森林事務所 木村慧 町野弘明
職員実行シカ捕獲における ICT 通知システムの 導入について～ICT で捕獲は楽になるか？～ 天竜森林管理署 三ヶ日森林事務所 藤戸茜 瀬尻森林事務所 瀬川元気	UAV 調査による森林調査とその普及 一標準地・毎木調査との比較一 技術普及課 小松玄季 上越森林管理署 山野大樹、高柳修延
ドローンを使用した林地除草剤散布による 下刈省力化の可能性について 茨城森林管理署 村上周	赤谷の森における自然林復元試験 赤谷森林ふれあい推進センター 伊藤彰伸 日本自然保護協会 朱宮丈晴

特別賞＜奨励賞＞ 2課題（発表番号順）

早生候補樹種ユリノキの材質・加工特性 静岡県立農林大学校 河合誉士	シカの食害防止と労力軽減に向けた下刈り方 法の選定について 群馬県立農林大学校 赤澤風音
--------------------------------------	--

令和2年度 関東森林管理局森林・林業技術等交流発表会 審査員

審査員長	山梨県森林研究所 主任研究員	ながいけ たくお 長池 卓男
審査員	一般社団法人日本森林技術協会技術指導役	おちあい ひろたか 落合 博貴
審査員	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林植生研究領域 群落動態研究室長	しばた みつえ 柴田 銃江
審査員	群馬県森林組合連合会 指導部長	たかはし のぶゆき 高橋 伸幸
審査員	林業コンサルタント（木こりの女房）	あらかわ みさほ 荒川 美作保
審査員	関東森林管理局次長	なかむら たけし 中村 毅

順不同 敬称略

※所属・役職名は発表会当時のものです。