

カラマツ造林の低コスト化をめざして ～カラマツの天然更新を利用した造林技術の開発～

1. 課題を取り上げた背景

北海道においては、カラマツの造林面積は昭和 40 年代以降急激に減少してきているが、逆にカラマツ間伐及び主伐面積は年々増加しているとともに、伐採後の再造林には多額の経費を要することから更新が進まない現状にあり、カラマツ資源の将来的な減少が危惧されているところである。

このため、伐採後の再造林をカラマツの天然更新を利用して更新することが可能となれば、低コストな森林の育成を図ることができ林業振興への大きな一助となるものと考え、カラマツ人工林の帯状伐採跡地において、カラマツの天然更新を行うことを目的とした地表処理を実施し、天然更新による低コスト造林施業としての可能性を追求することを目的として本課題に取り組んでいるところである。

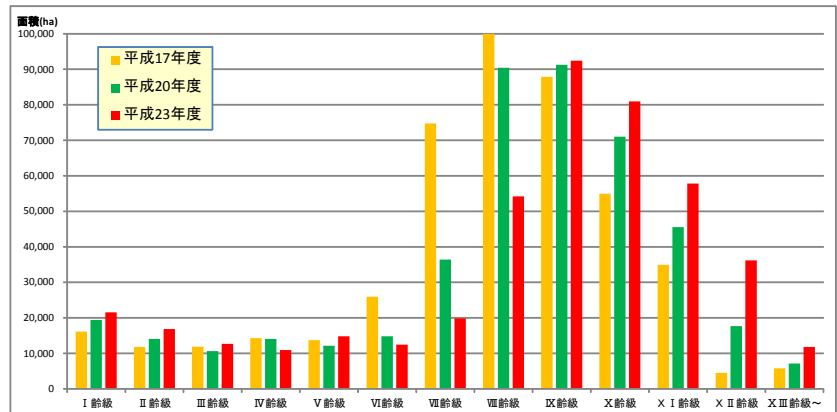


図-1 直近6年間のカラマツ造林面積の推移 (北海道林業統計より)

2. 試験概要

(1) 試験地

位置：上川北部森林管理署 2337 林班へ小班
// 2337 林班た小班
植栽年度：へ小班 昭和 37 年度植栽
た小班 昭和 40 年度植栽
間伐年度：1 回目 (H9 列状)、2 回目 (H20 定性)
面積：0.40ha
標高：600 m
方位：北西
傾斜：10～15 度
土壌型：B_v型
下層植生：クマイザサ
年平均気温：6.1℃ } 近隣の和寒町アメダ
年最大平均積雪深：108cm } ス観測地点データ

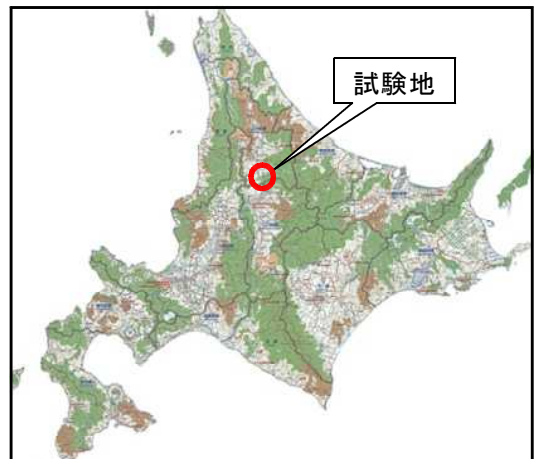


図-2 試験地位置図

(2) 年度別実施計画

年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> 試験地設定 初期植生調査 試験プロット地表処理 結実状況調査 	<ul style="list-style-type: none"> 照度測定 更新状況調査 植生回復調査 結実状況調査 	<ul style="list-style-type: none"> 照度測定 更新状況調査 植生回復調査 結実状況調査 分析、取りまとめ

(3) 試験の考え方

カラマツは、一般的に作業道の路肩、土場や集材路跡地などの表土を攪乱した箇所に天然更新しているところであり、雪腐病を防ぐためにも A 層を剥ぎ B 層を露出させることが必要とされている。また、当森林技術センターが実施した「カラマツ林育成技術の検証」課題においても地表処理を行ったことにより旺盛な天然更新が見られたところである。

本試験では、天然更新したカラマツの成長状況を比較するため、2 種類の幅の地がき列を設置し、

下刈をしない地がき列、下刈を実施する地がき列を設定するとともに、ササの回復を遅らせるため側溝を設置する地がき列を設定し、それぞれの更新及び成長状況調査を実施することにより、

- ① 更新面の規模による天然更新状況の比較
- ② 下刈保育の有無によるカラマツ天然更新木の成長比較
- ③ 傾斜の違いによる更新状況の比較
- ④ 側溝を設置することによりササ回復を遅らせる有効性を検証することとしている。

また、本試験において行った地がき処理等のコストを元に、現状の植栽経費との比較によりコストの検証を行う。平成 23 年度における地拵から植栽までに要する経費は ha 当たり約 54 万円（消費税込）となっているが、同年度の大型機械地拵作業に要する経費については掻き起こし等の付帯作業を含めると ha 当たり約 35 万円（消費税込）であることから、更新完了までに要する経費を 70 % 以下に削減することができれば低コストとなり得るものと考えている。

さらに、天然更新により稚樹を育成するには供給種子量が多いことがより有効であり、種子の豊凶が影響するものと考えられるので、周辺カラマツの結実状況について調査する。

(4) 具体的な試験方法

- ① 試験は、10m 幅地がき列、5m 幅地がき列の 2 種類を設置し、それぞれ下刈保育を実施する列、下刈保育を実施しない列を設定する。また、側溝を設置する列を 5m 幅で 1 列設置する。
- ② 各試験列の地表処理はバックホウによる地がきとし、ササ根をはぎ取ることを目的として B 層を露出させる。
- ③ 試験プロットを 2m × 2m の正方形に設定する。試験プロット間隔は 3m とする。
- ④ 5m 幅地がき列では左右端 1.5m を残した真ん中に、10m 幅地がき列では左右端 2m をおいて左右に試験プロットを設定する。
- ⑤ 側溝を設置する列については、周囲に幅 50cm、深さ 50cm の側溝を作設する。これは、通常、地がき処理を行っても周囲からササ根が伸びて植生が回復し、天然更新木に影響を与えるようなササ根の侵入を抑制する効果を期待するものである。
- ⑥ 地がき処理、側溝作設にかかるコストを取りまとめ、植栽経費との比較検証を行う。
- ⑦ カラマツの天然更新調査については、試験プロット内に発生したカラマツの本数を調査するとともに、苗高 5cm 以上のカラマツについては苗高を測定する。
- ⑧ 植生回復調査は下刈保育を実施する列を除く列において、各試験プロット内に 1m × 1m の区画を設定し、区画内のササ、草本類、木本類について調査する。ササは、本数及び高さを調査する。草本類及び木本類は、目視による試験プロット内での占有割合と主な種類を調査する。
- ⑨ 照度調査は、各列の各プロット中心部において測定を行う。測定に際しては、対象地として開空地に 1カ所定点を設置し同時に測定する。
- ⑩ カラマツ種子の結実調査は、シードトラップを設置し落下種子量を調査するとともに、カラマツ標本木を任意に選定し、一枝に球果がどの程度についているかについて調査する。

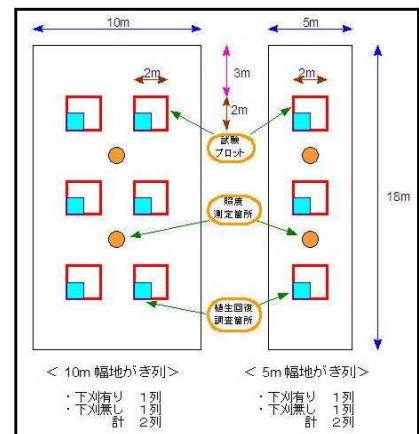


図-3 各列の試験プロット設定図

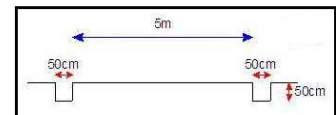


図-4 側溝設置図

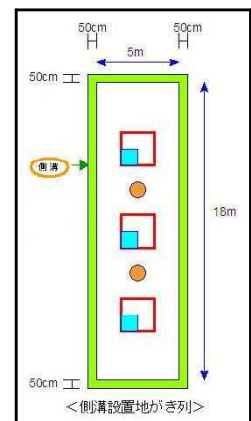


図-5 側溝列設定図

3 平成 24 年度の実施経過

(1) 地がき列の設定

試験設計段階では、10m 幅地がき列は 2 列、5m 幅地がき列についても 2 列、あわせて側溝設置

地がき列を 1 列とし、計 5 列とすることとしていたが、現地精査の結果、10m 幅地がき列は 2 列を設定し、5m 幅地がき列については 6 列を設定することができた。

各列の設定状況については(表-1)及び(図-6)のとおりである。なお、H 試験区については予備列としてプロットは設定していない。

表-1 試験列の設定状況

試験列	幅 (m)	長さ (m)	傾斜 (度)	面積 (㎡)	プロット数	周囲側溝	下刈
A 試験区	10	33	6	330	12		○
B 試験区	10	33	8	330	12		
C 試験区	5	33	9	165	6	○	
D 試験区	5	43	11	215	8		○
E 試験区	5	43	12	215	8		
F 試験区	5	33	9	165	6		○
G 試験区	5	33	10	165	6		
H 試験区	5	33	5	165	—		○
				1,750	58		

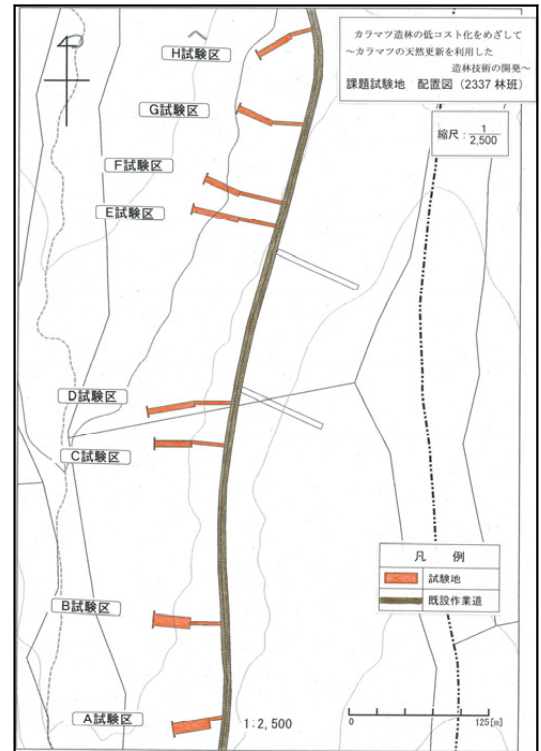


図-6 試験列設定位置図

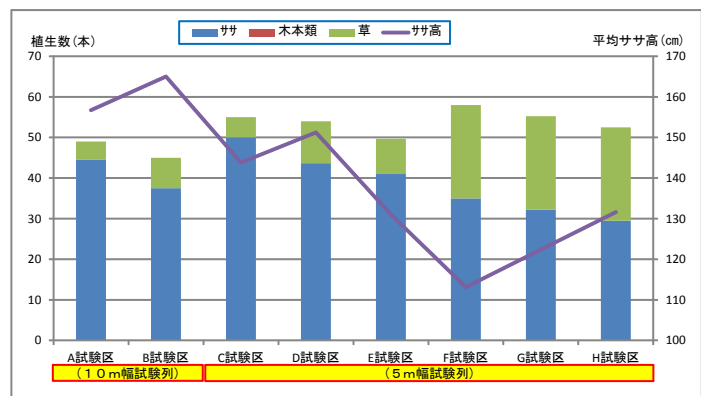
(2) 地表処理実施前の植生調査

試験地の地表処理を実施する前に、現状の植生がどのようになっているのかについて植生調査を実施した。

その結果、全体的にササが優先種となっている状況であるが、その中でも、10m 幅の試験列を確保できた A・B 試験区ではササ高が高くなっている。これは、カラマツの列幅が広がっているため、明るく開けていることによるものと考えられる。

5m 幅試験列では、カラマツの列幅が狭いため、樹冠の混み具合が多いほどササ高が低くなっている傾向が見られる。

なお、木本類の更新は見られなかった。



グラフ1 各試験列の初期植生調査結果

(3) ササのクローン分析調査

森林総合研究所北海道支所の北村北方林遺伝資源保全担当チーム長のご協力をいただき、地表処理を実施する前の 5 月に各試験列のササのクローン分析を行った。

その結果、クマイザサは 21 クローンを識別(図-7・8の赤字 A から U)し、その他として、チシマザサあるいはオクヤマザサかエゾミヤマザサと思われる個体 3 ク

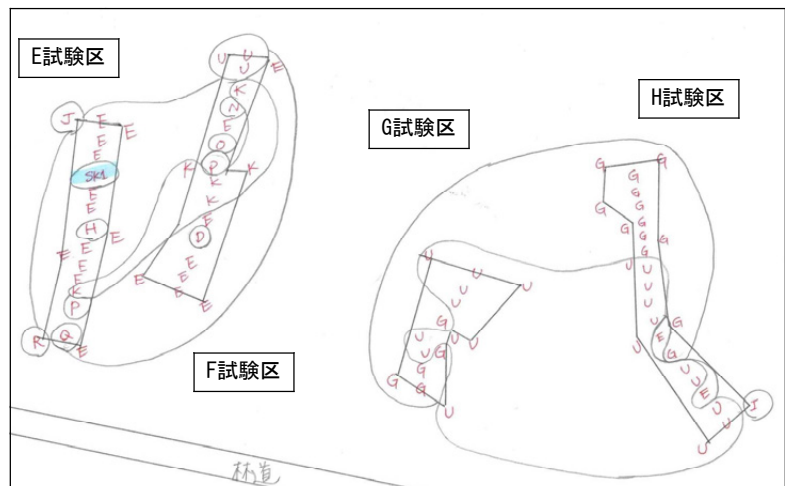


図-7 E～H 試験列のササのクローン分布 (図: 北村チーム長)

ローンを識別（図-7・8の赤字に青地のSk1から3）できたところである。

（図-7・8）については、北村チーム長の手書きであり、なるべく近くにある同じものをフリーハンドで囲ったもので、クローンの広がりがある程度わかるものと考えられる。この中では、クローンEがD～H試験区の広範囲に分布していることが見られる。

地表処理後のササの回復状況とこのクローン解析結果との分析により、ササの回復過程とクローンの大小の違いによる関係が明らかとなればと考えている。

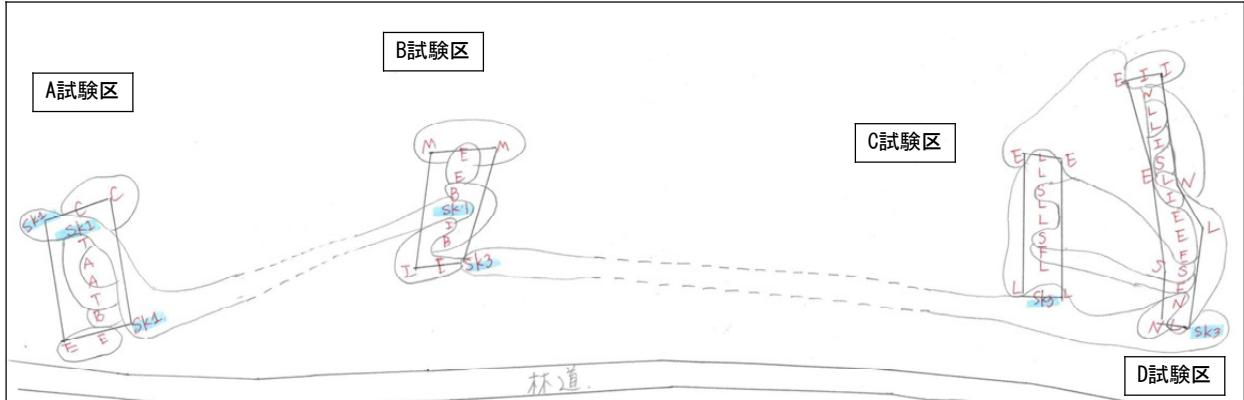


図-8 A～D試験列のササのクローン分布（図：北村チーム長）

（4）地表処理

現地調査により設定した試験区の地表処理を9月15日～18日に実施した。使用したバックホウは山積み0.45 m³級の機械である。試験区によっては石礫が多い箇所、ササ根の除去に時間を要する箇所もあったところであり、作業路や側溝の作設も含めた総作業時間数は44時間となった。

地がきは、ササ根を除去するとともに、雪腐病を防ぐことを目的に、A0層及びA層を剥ぎ、B層を露出させた。なお、本試験地の造成においては、試験地からの土砂流出を防止するため、試験地斜面下部に幅1mの土砂流出防止側溝を設けた。



図-9 A試験区の作業状況



図-10 C試験区の作業状況



図-11 土砂流出防止側溝の作業状況（E試験区）



図-12 造成完了したH試験区

(5) 地表処理コスト

① 本試験地の地表処理

本試験における地表処理では、作業面積 0.40ha、機械稼働時間は 44 時間で、機械運搬費を除く作業経費は 383,460 円（消費税込）を要したところである。これを ha 当たり（筋刈 50%として）に換算すると 479,325 円となる。

しかし、本試験地では、作設時に作業指示等を行うなど丁寧な作業としたために時間を要してしまつたとともに、森林作業道から試験地までの作業路の作設、土砂流出防止側溝の作設、C 試験区では周囲側溝を作設を含めたことからかかり増しとなつてしまつたものである。

44 時間の機械稼働時間のうち、試験地の造成に要した時間は 30 時間程度であるが、通常地表処理においては 24 時間程度で作業を行えるものとする。これを ha 当たり（筋刈 50%として）に換算すると 311,250 円となる。

② 北海道造林事業標準単価

北海道における平成 24 年度造林事業標準単価では、機械地拵による地表処理では ha 当たり 275,881 円（消費税込）を要する。

これに対して、同単価での植付までを含めた費用は ha 当たり 493,407 円（消費税込）を要するとなつており、地表処理経費と比較し 179%が必要となつている。

③ 地表処理のコスト

北海道造林事業標準単価での地表処理経費を比較すると、植付までを含めた経費のおよそ 56%で更新をさせることが可能である。

また、本試験地での地表処理工期から推測した ha 当たり地表処理経費と、北海道の植付までを含めた経費を比較すると、およそ 63%での更新が可能と考えられる。

(6) 結実状況調査

平成 23 年度はカラマツ結実状況は豊作であつたと言われているところであり、昨年終期に試験地設定予定地の現地確認を行った際にも、(図-13・14)のようにカラマツの枝に着果しているのが見られ、平成 24 年 5 月に確認したときには、(図-15)のように雪上に着果した枝が多数落枝散乱しているのが見られた。



図-15 落枝した着果枝 (24年5月8日)



図-13 へ小班的着果状況 (平成 23 年 10 月 31 日)

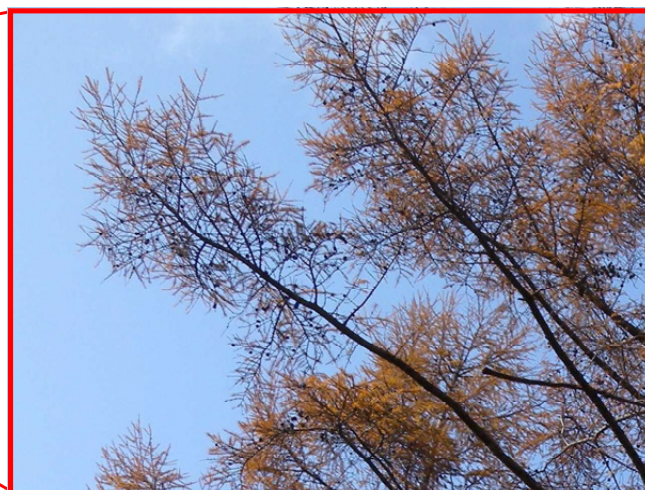


図-14 着果枝 (拡大)

しかし、平成 24 年度のカラマツ種子結実状況は凶作と見られており、本試験地の人工林においても着果している枝は見られなかった。本試験において結実状況調査として、A ～ G 試験区にそれぞれ各 1 本結実状況調査木を設定したが、これらにおいても着果は見られなかった。(図-16・17)



図-16 D試験区の結実状況調査木



図-17 結実状況調査枝 (拡大)

また、A ～ E 試験区にシードトラップを設置し、種子の落下状況について調査をした。シードトラップの設置は、試験地造成が 9 月中旬であったことから、時期的には遅くなってしまったが 9 月下旬に行った。

その結果、

- ① A 試験区では、カンバ類の種子が 20 粒程度、草本類の種子が 15 粒程度あったのみで、他の種子は見られなかった。
- ② B 試験区では、草本類の種子が数粒だけであった。
- ③ C 試験区では、カンバ類の種子及び草本類の種子が数粒あった。
- ④ D 試験区では、カンバ類の種子が 10 粒程度だけであった。
- ⑤ E 試験区では、カンバ類の種子が数粒だけであった。

となっており、カラマツ種子は全く見られなかった。



図-18 シードトラップ (B 試験区)

このことから、本年度のカラマツ種子結実状況は凶であることは明らかとなった。これが来年度の更新状況にどのように影響するかは、来年度の更新状況調査により考察したい。

4 十勝東部森林管理署における事例

十勝東部森林管理署では、署管内におけるカラマツ人工林は 5 零級以上であり、継続的に植栽していないことから、資源が枯渇するのではとの懸念が持たれ、低コストによる天然更新により継続的

な複層林造成の可能性を追求することを目的として、平成 12 年度から地表掻き起こしによるカラマツの天然更新試験に取り組んでいる。

(1) 302林班に小班

平成 12 年度に、4.54ha のカラマツ人工林の複層伐跡地において、A0 層のみを剥離し、ササ根及び A 層は残すとのブルドーザによる地表処理を実施している。地表処理の翌年には、カラマツの天然更新が確認されたが、ササの回復により平成 16 年度にはほぼ消滅した。

A 層を除去し B 層を露出させていないにもかかわらず、カラマツの天然更新が確認されたことは、旺盛な更新が可能な環境・気象条件であると考えられるが、ササ根を除去し B 層を露出させなかったことにより更新が阻害されたものと考えられる。

(2) 317林班わ小班

平成 14 年度に、9.94ha のカラマツ人工林複層伐跡地において、302 林班に小班と同様に、A0 層のみを剥離し、ササ根及び A 層は残すとのブルドーザによる地表処理を実施している。しかし、地表処理実施年のカラマツの結実状況は凶作であったとのことから、カラマツの天然更新が確認されなかったとのことである。

(3) 317林班れ小班

平成 15 年度に、9.78ha のカラマツ人工林複層伐跡地に、302 林班に小班的反省からササ根を取り除く方法とすることで、ササ根及び A 層を除去し B 層を露出させるブルドーザによる地表処理を実施している。

地表処理翌年から良好なカラマツの天然更新が確認され、広葉樹の更新も良好であった。ha 当たりのカラマツ更新本数が 35 万本以上であったことから、間引きを目的としたブルドーザキャタピラによる踏みつけを実施している。しかし、広葉樹も残り競合して成長したことにより、広葉樹が優先しカラマツが減少している。また、残存しているカラマツは野鼠被害を受けている。

5 考察

植付によるカラマツの更新に比較して、天然更新によるカラマツの更新は、経費的に見ればコストを削減することは可能と考える。前述のとおり、植付による経費の 70 % 以下での費用で作業ができることにはなる。さらに、伐採作業と並行して行う地拵、植付を行うとの作業方法も取り入れられているところであり、本試験の地表処理についても伐採作業時に同時並行に行うことが可能となれば、よりコストの削減につながるものと考え、これについての考察も深めたい。

しかしながら、更新後の育成方法について検討を深めなければ、十勝東部森林管理署の事例のようにいずれは広葉樹が優先してしまうこともあるので、更新したカラマツの育成保育手法について確立する必要があるところである。

また、結実状況が悪い中で更新を期待することができるのかについては、平成 25 年度の調査結果により判断することとしたい。

下刈の必要性については、A 層を剥ぎ取り B 層を露出させたことにより、ササの回復が遅ければ下刈を要する前にカラマツの樹高がササ高を超えることも考えられ、下刈コストの削減についても視野に入れて更に取り組んでいきたい。

6 平成25年度に向けて

融雪後には現地を確認し、設定した各プロットの状況について調査する考えである。

また、春期、夏期、秋期それぞれに更新状況を確認していくこととしたい。植生回復調査については、現地状況を確認しながら 7～8 月に実施する予定である。

照度調査については、6～7 月に各試験区の各プロット中心で実施する予定である。

結実状況調査は、5 月のカラマツ着花状況、秋の結実状況について、各試験区の結実状況調査木により調査する考えであり、シードトラップも引き続き設置する。