

2 - 3 輪地切り省力化に関する調査

本調査は、野焼き維持に欠かせない輪地切り作業について、地元牧野組合の協力のもと、実地での省力化技術実証試験や既存の工法・技術の事例研究等を行うことにより、新技術・システムの開発、定着に向けての基礎資料を得ることを目的として実施したものである。

調査対象とした省力化技術は以下のとおりである。

- | | |
|---|---------|
| 半恒久防火帯 | 事例調査による |
| <ul style="list-style-type: none"> ・グリーンベルト造成 ・ブルドーザによる表土除去 | |
| 機械草刈り | 実証試験による |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ラジコン機による草刈り ・草刈りアタッチメント装着コンボによる草刈り | |
| 家畜を利用した防火帯 | 実証試験による |
| <ul style="list-style-type: none"> ・野焼き・輪地切り実演実証試験における牛による防火帯づくりの展示 ・平成 13 年度牛による防火帯づくり（モーモー輪地切り）実証試験 | |

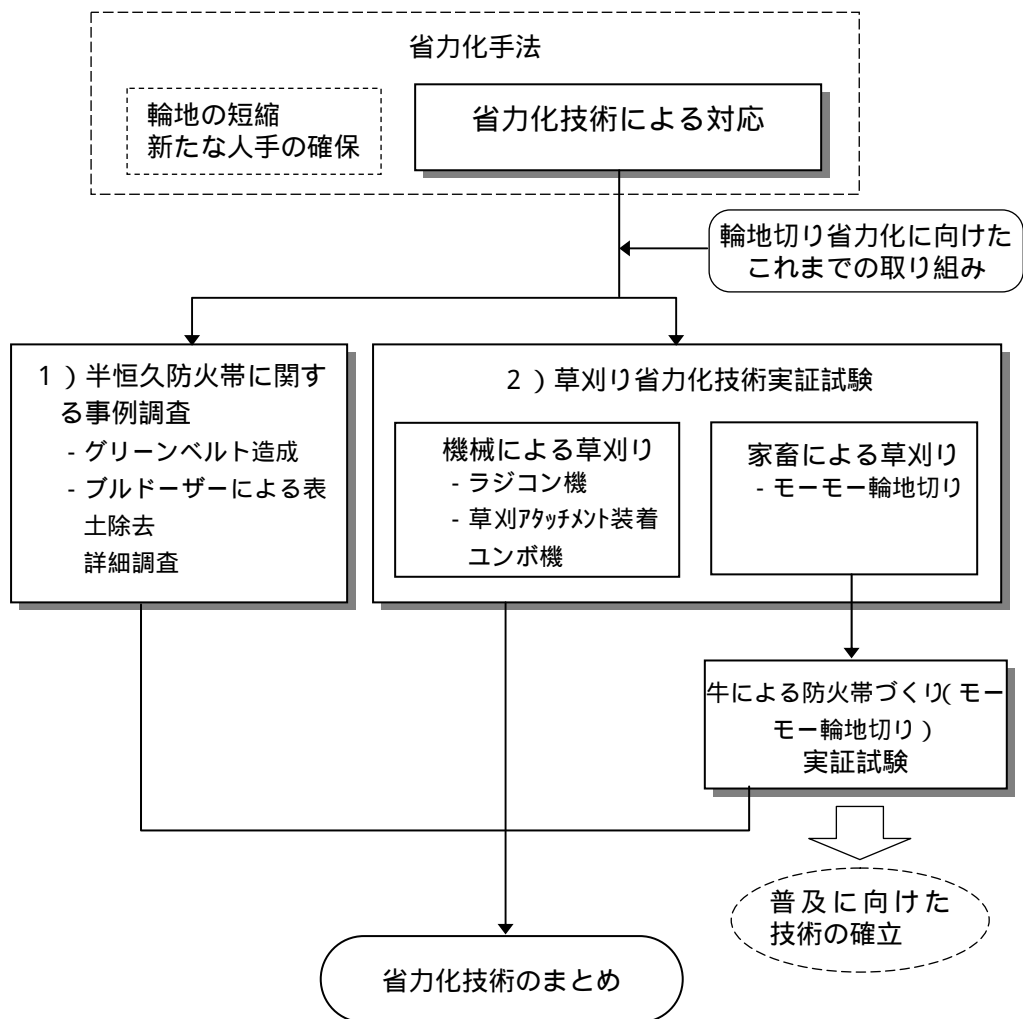


図 2 - 2 輪地切り省力化に関する調査の流れ

(1) 半恒久的防火帯に関する調査結果

1) 既存の半恒久的防火帯事例調査

輪地切り省力化のための一方策である防火帯の半恒久化については、県や町村の助成事業の活用などにより、既に多くの牧野組合で取り組みが行われている。

その成果としては、グリーンベルトとして機能を維持しているもの、造成工事により車が入れる道として省力化に寄与しているものなど様々であるが、立地や工法によっては景観の損傷、土壌流亡などの問題を起こしているものもある。

そこでまず、既存の防火帯造成のデータ収集を行い、集めた事例については、立地条件をもとにタイプ区分し、個々の事例について問題点の整理や造成手法の評価を行うこととした。また、事例毎の状況にあわせて、今後の課題や改善策を検討した。

以上のような検討を踏まえて、条件別に適正な造成手法を整理し、留意点をとりまとめるとともに、機械刈りなど他の防火帯づくりの手法についての検討結果とあわせて、総合的な評価を行った。

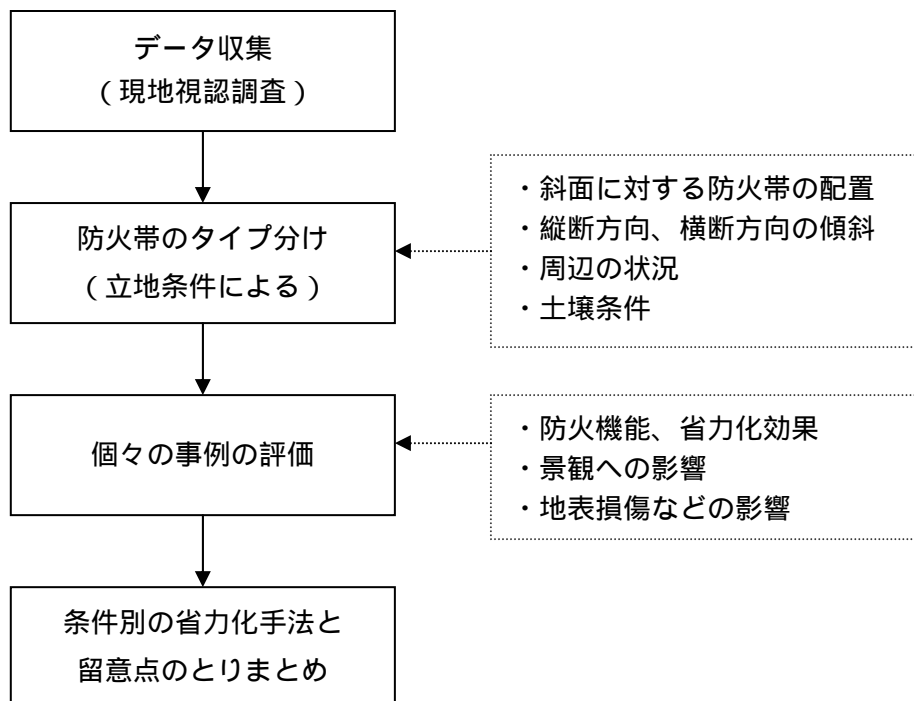


図 2 - 3 既存の防火帯調査

これまでの現地視察から、既存の防火帯について、その斜面や周辺の立地条件をもとにタイプ区分を行った。タイプ区分及び事例は以下のとおりであり、調査結果のまとめを次ページに、個々の調査結果については資料編に示す。

表 2 - 3 防火帯のタイプ区分

防火帯のタイプ区分		事例	
タイプ 1：縦断方向、横断方向ともに緩斜面にある防火帯		Type 1 - 1：赤水牧野組合	
斜面に対して縦方向の防火帯（防火帯に沿って樹林地がある）	タイプ 2：縦断方向が急、横断方向の傾斜は緩やかなケース	Type 2 - 1：洗川牧野組合 Type 2 - 2：上田尻牧野組合	
	タイプ 3：縦断方向、横断方向ともに比較的急斜面のケース	Type 3 - 1：赤水牧野組合	
斜面に対して横方向の防火帯	タイプ 4：縦断方向は緩斜面、横断方向は比較的急斜面、上部或いは下部に樹林地があるケース	Type 4 - 1：洗川牧野組合 Type 4 - 2：車帰牧野組合 Type 4 - 3：新宮牧野組合 Type 4 - 4：狩尾牧野組合	
		タイプ 5：縦断方向及び横断方向に起伏があり、上部が樹林地または牧野界のケース	Type 5 - 1：根子岳牧野組合 Type 5 - 2：木落牧野組合

図 2 - 4 牧野の位置

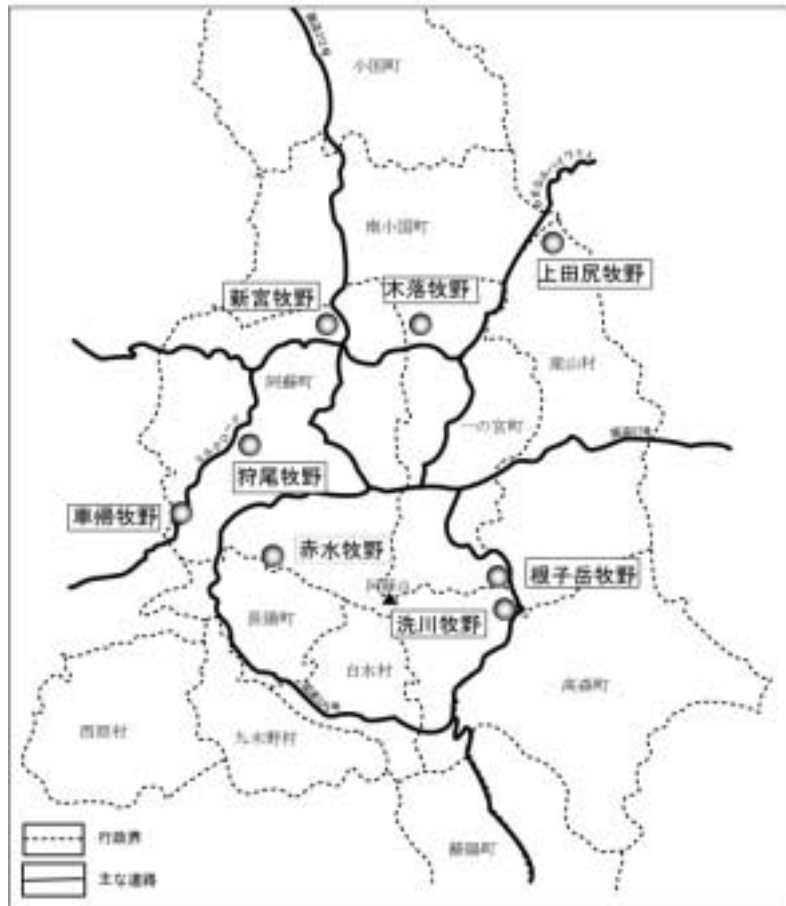


表2 - 4 既存の半恒久的防火帯事例調査結果

組合名	斜面に対する防火帯の方向		勾配		土壌条件	時期	手法	現状	評価	
	縦	横	縦断方向	横断方向					省力化効果	景観への影響
赤水牧野組合					黒ボク土壌（表層腐植質、一部表層多腐植質）	H9	バックホー・ブルドーザ-耕起部分的な造成で平坦化、大きな造成はない 播種：杓付加-バ-	野草が混入し周辺草地と一体化 草刈りが必要（モア付トラクターで輪地切り）	草刈りが必要 道路から離れた野草地に車や機械が入れるようになった	特に問題なし
洗川牧野組合					黒ボク土壌（表層多腐植質、一部表層腐植質）	H11までに2度造成	ブルドーザ-で押したのみ 横断方向のカットは少ない 幅員：約6m	縦断方向約30°の急勾配であり、表土保全処理がされていないため深さ数10cmの水道ができ、浸食が著しい	土が露出しており草は少ない	土が露出する荒れたベルト部は景観上好ましくない
上田尻牧野組合					黒ボク土壌（表層腐植質）	H7～10	グリーンベルト造成試験地 蹄耕法、直播法、刈り払い直播法、刈り払い火入れ直播法、キャトラ耕直播法 播種：イ科牧草、マ科牧草	急勾配の防火帯には段差の大きい牛道がある 播種した植生と野草の混在植生となっている 周辺との植生の違いが明らかであり試験効果が見られる	人力による草刈りが必要だが、周辺に比べ草の量は少なくなっている グリーンベルトとしては急傾斜のため施肥が困難	特に問題なし
赤水牧野組合					黒ボク土壌（表層腐植質） 中央火口丘に位置する	H8	バックホー・ブルドーザ-耕起 横断方向を平坦化 播種：なし 幅員：約10m	礫の上に薄く表土が覆う場所の造成であり、浸食により礫が露出、礫の間からは野草が生育している 野草地となっており毎年輪地切りが必要	野草地化しているため草刈りが必要 機械が入ることにより省力化されたが、岩があるため機械操作は難しい	礫の露出など景観上あまり好ましくないが、視点場より離れている
洗川牧野組合					黒ボク土壌（表層多腐植質、一部表層腐植質）		バックホー・ブルドーザ-耕起 播種：なし 幅員：約4～5mで狭い	土は軟らかいが地盤面は安定 法面には野草が生育 クローバーと野草が混在	林地境界の形状から防火帯が長くなっており非効率	特に問題なし
車帰牧野組合					黒ボク土壌（表層腐植質及び表層多腐植質）	H9～10	バックホー・ブルドーザ-耕起 横断方向を幅広く平坦化 業者による造成 播種：なし 幅員は約7～8m	地山が露出した箇所もあり、地盤は安定している 草の侵入は少なく概ね裸地の状況 部分的に刈り払い機で刈り、輪地焼き 切土面は高く土が露出、盛土側法面は原植生で被われている	現状は草刈り必要部分が少ない しっかりした道となっており、野草で被われても道の機能を活用し効率的な輪地切りが可能	造成面が大きく土が露出して おり景観上問題あるが、主要視点場より離れている
新宮牧野組合					黒ボク土壌（表層腐植質及び表層多腐植質）	H8	バックホー・ブルドーザ-耕起 播種：杓付加-バ- 幅員：約7～8m	クローバーは異常低温で成育が低下、ベルト部、法面とも原植生で被われている 表土を10cm程剥ぎランナーが残ったため、トダシバやススキなど原植生が侵入	野草化が進み草刈りが必要 道路沿いにあり、機械が入れるような道になっている	ベルト部、法面とも原植生で被われており、景観上の問題は無い
狩尾牧野組合					黒ボク土壌 淡色黒ボク土壌	H11	重機による造成 森林境の急傾斜地を道のように造成 幅員：約3～4mで狭い	道のようにカットしており法面は土が露出 樹林地からかなり上部に位置する部分は遠くからでもよく見える	土が露出した道となっている アクセスが悪く、延長が長いことから人力でも機械でも困難な場所である	北外輪にあり、場所によっては景観上問題あり 盛り土法面は草が生育しにくく景観阻害要因となる
根子岳牧野組合					黒ボク土壌（表層腐植質及び表層多腐植質）	H10	重機による造成 縦断方向の起伏修正、横断方向を平坦化 播種：杓付加-バ-、法面にも播種、施肥管理 幅員：約7～8m	施肥管理が行われておりクローバーの活着状況は良い 切り土部の播種は流れ、土が露出	グリーンベルト防火帯として機能している 草刈りの必要はないが、維持するためには施肥管理、約5年毎の播種が必要	人工的な印象があるが、カット面の法面処理を行えば景観上は問題ない
木落牧野組合					黒ボク土壌（表層腐植質、一部表層多腐植質）	H10	バックホー・ブルドーザ-耕起 組合員で造成 播種：杓付加-バ- 幅員：約5～6m	法面は土が露出し、ベルト部は土が軟らかく水道ができ表土浸食が見られる クローバーは流出、管理不足のためほとんど残っておらず、シバのランナーが侵入 一部赤土部分では浸食がみられないがクローバーは活着できず全く残っていない	野草の侵入により草刈りが必要 車が入れるようになったことで牧野管理が効率化	ベルト部、法面の土の露出や浸食の状況など景観上好ましくないが、概ね視点場からは見えない。

2) 詳細調査

既存の防火帯事例調査の結果、グリーンベルト造成後の牧草の活着が不十分な状況や、地表損傷などの問題が多くみられた。グリーンベルト等の半恒久的防火帯の地形的な適正条件を明らかにするため、木落牧場のグリーンベルトを調査対象として、地形調査を行った。

調査概要

- ・調査日時：平成13年3月13日(火) 13:30～15:00
- ・天 気：晴れ
- ・場 所：一の宮町木落牧場グリーンベルト
 - * 造成時期 / 平成10年
 - * 造成方法 / ブルドーザー耕起、組合員による造成後、シロクローバーを播種
- ・調査内容：縦断勾配、斜距離、地表損傷の状況

調査結果

- 高低角が1.5°の箇所では地表損傷は確認されなかったが、2°を越えると浸食がやや見られ、3°になると水道がはっきりとみられるようになる。
- 高低角5°を越えると水道の深さは20cm以上、計測したうち最も深い箇所では35cm(傾斜角6°)にも及んだ。
- 高低角が5.5°で、斜距離が40mと長い箇所では、斜面を下って平坦化したところでも浸食が続いている。
- 水道の断面はV字型に削られているが、6°を越えると幾筋もの水道が一つになり幅広いかたちで浸食がみられる。

表2-5 詳細調査の結果

測点	斜距離 (m)	高低角 (°)	状況
1	28.0	5.0	枯れ草が多い中に深く削られた水道の跡がある
2	35.0	3.5	浸食がある
3	42.0	2.0	やや浸食がみられる
4	38.0	1.5	浸食はない
5	40.1	-5.5	A: 深さ約15cmの浸食、幅員9.5m B: 深い所で約28cmの水道、幅員8m C: 緩やかになった箇所でも浸食が続いている
6	33.8	-3.0	あまり深くはないが水道ができています
7	24.0	-4.5	浸食がひどくなり、深さ24.5cmの水道
8	26.0	-6.0	A: 幾筋もの水道が集まり、深さ23cm、幅2.3mの浸食がみられる B: 浸食は深さ35cmに及ぶ箇所がある
9	44.0	6.5	法面が高く、ベルト部は赤土が露出。黒土に比べ固く浸食の深さは22cm程度。幾筋もの水道ができ、幅広く浸食が見られる
10	31.5	-5.5	概ね枯れ草で被われているが、水道の凹凸がある
11	46.0	5.5	水道の断面はV字型に削られ、浸食の深さは23cm

- 高低角 1.5° (測点4)
・浸食はみられない。



- 高低角 2.0° (測点3)
・やや浸食がみられる



- 高低角 -3.0° (測点6)
・あまり深くはないが水道ができて

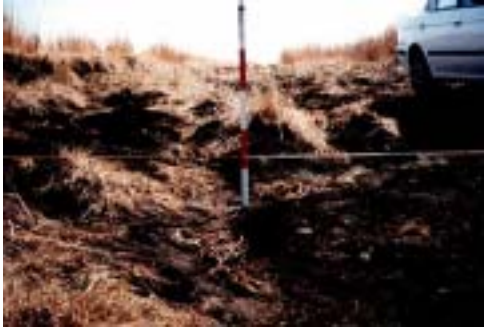


- 高低角 -4.5° (測点7)
・浸食がひどくなり、水道の深さは
24.5 cm



高低角-5.5°（測点5）

- ・浸食が著しい。水道は深い所で
28 cm



高低角-6.0°（測点8）

- ・深さ 35 cmの浸食
- ・ベルト幅全体が荒れている



高低角 6.5°（測点9）

- ・斜距離 44mの長い急斜面。
- ・法面が高く赤土が露出している。
- ・浸食の深さは 22 cm



3)半恒久的防火帯に関する評価とまとめ

前項までの調査及び委員会における検討から、恒久防火帯についてそれぞれ評価しまとめを行った。

評価のチェックポイント(図2-5参照)

- ・ 半恒久的防火帯評価のためのタイプ区分に当たって、着目すべき防火帯構成要件は、大きく2つに分けられる。 地表面の植生(地被状況)と 土木的な起伏修正状況であり、 は「帯」そのものの防火性能の確保を目的とし、 は防火帯管理のためのアクセスや移動の確保を目的とするものである。 それぞれ植物種や形状等によりタイプ区分ができ、それぞれに対応する独立した問題点がある。
- ・ さらに の起伏修正に関しては、起伏の現状と防火帯造成の目的によってその程度が異なってくることから、その目的によってもタイプが分かれ、それぞれに問題が指摘できる。
- ・ これらの組み合わせによってタイプ区分し、留意点を整理した。
- ・ なお、起伏修正を行う場合、法面ができることによる景観上の問題に加え、表土保全のための手当てが十分でない傾斜地や表土の薄い地域で表土流失が起こるケースがあり、景観面や環境保全上の問題が多い。

利用面から見た評価

- ・ グリーンベルト造成では、当初、防火性能確保と表土流出防止のためにクローバーが使用されたが、施肥等の管理に手間がかかる、数年の内に野草が侵入する、などの理由から否定的意見が多く、むしろ起伏修正の結果として、牧野内に入る「道」としての機能が確保されたことが評価され、「道」としての利用が主目的になるようになった(日常的な牧野の管理道としての利用や草刈り用トラクターの進入、野焼き時の人員の移動や消火用水タンク積載車両の進入が容易、など)。
- ・ 車の入れる「道」さえできていれば、野草が生えていても草刈り用トラクターで刈り取っていけるので十分省力化の効果はある、との意見が多い。
- ・ また「道」と考えた場合、森林管理道として整備することで財源手当てが図れる、との意見もある。
- ・ 但し上述のとおり、起伏修正には景観面や環境保全の面からの配慮が必要になる。

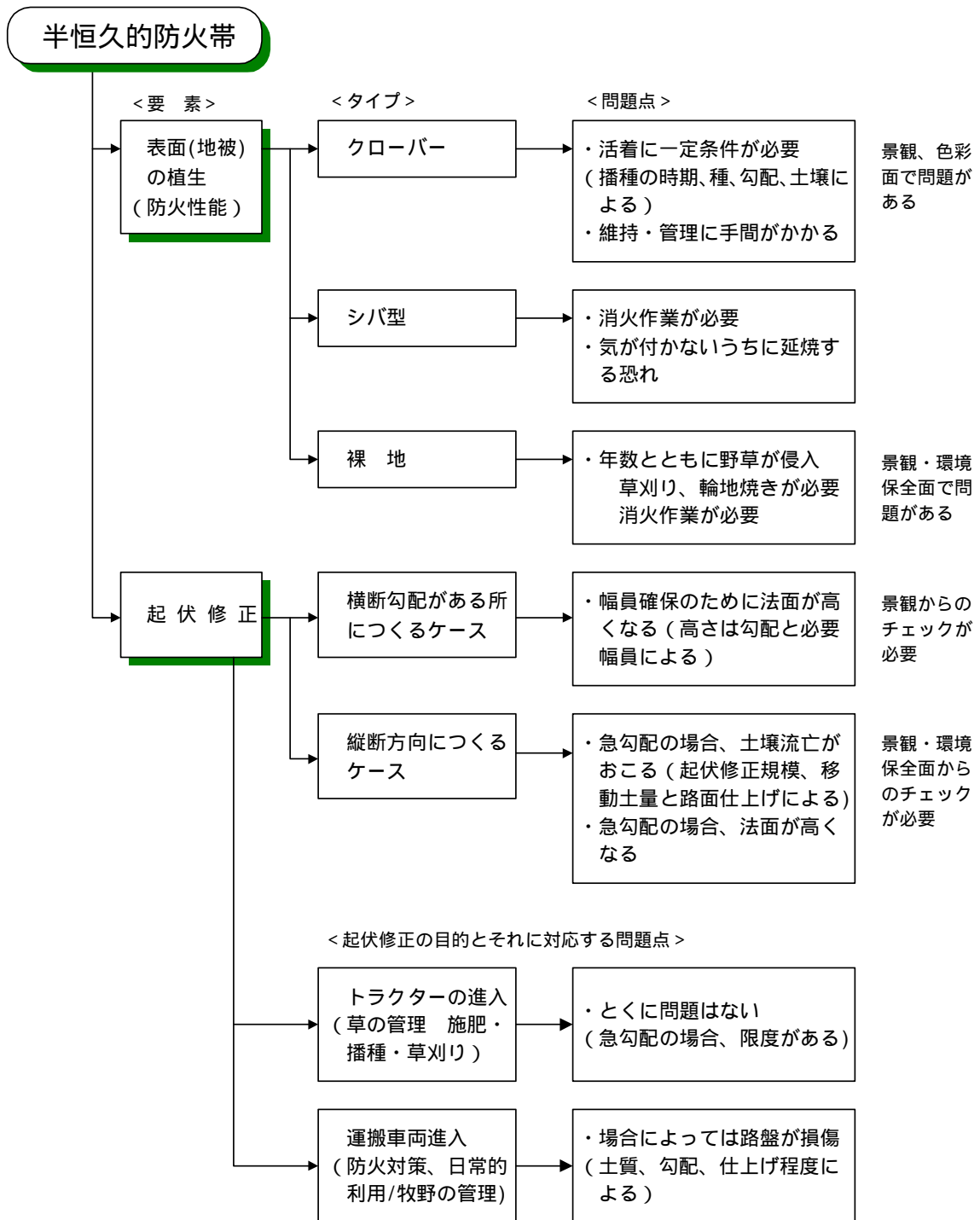


図2 - 5 半恒久的防火帯造成にあたってのチェックポイント

今後の造成の考え方と検討課題

以上より、今後の恒久防火帯造成の考え方と留意点の整理にあたっての課題をまとめると次のようになる。

- * 道としての機能を重視し、必要な法面処理や表土流失防止策を十分に行う。
- * そのための土木工学的な知見を収集整理し、留意点としてまとめる。
- * 景観面からのチェック方法や基準について検討する。
- * コスト面を含めて現実性の高い指針としてまとめる。
- * さらに、土地利用の再検討による防火線の整形・短絡化や、管理道の適正配置等もからめて提言が必要と考えられる。

なお、道としての機能を追求するのではなく、周年放牧を視野に入れて、従来の輪地とは異なる一定以上の幅をもった改良草地を境界に沿って帯状に造成していくという新タイプ防火帯案も出されており、この場合草地造成に係る助成の適用可能性も含めて、具体化の方向について検討すべきと考えられる。

(2) 草刈り省力化に関する実証試験結果

1) 実施概要

野焼き維持に欠かせない輪地切り作業について、地元牧野組合員参加の下で作業省力化の技術の紹介と効果の検証等を行い、新技術・システムの開発、定着に向けての1ステップとするため、機械刈り、人力、家畜を利用した防火帯づくりの実証試験を行った。

実証試験の実施概要は以下のとおりである。

実施日時：平成12年9月24日(日)10:00～11:30

実施場所：阿蘇郡一の宮町木落牧場

天 気：晴れ

実施内容：

- ・ 機械刈り：人力での草刈りが困難な傾斜地で威力を発揮する自走式草刈り機（2タイプ）及び重機取り付け草刈り機の実証試験を行った。
- ・ 人力（ボランティア）による防火帯：刈り払い機を使用。緩斜面は一般ボランティア、機械が入れない地形条件の悪いところをベテランボランティアにより輪地切りを行った。
- ・ 家畜を利用した防火帯（モーモータン地）：次年度5月以降本格実施することを前提に、牛による防火帯づくり（モーモータン地）の手法を展示・解説した。

アンケート調査の実施：輪地切り実演・実証試験終了後、牧野組合・行政関係者、ボランティア・一般の参加者を対象として、省力化技術に関するアンケート調査を行った。

表2-6 機械刈りに使用した機種的主要仕様及び特徴

機種	仕様	特徴
ラジコン機： クボタラジコン草刈り機 AMX-7	全長：4350mm 全幅：2060mm 全高：1280mm 車両総重量：2680kg 刈り幅：1850mm 最大除草法面角度：40度 最大登坂角度：45度 最高走行速度：6.5km/h	前後進刈りが可能であり、法面での旋回がいらいため地面を痛めない。 ラジコンは約100m離れたところから操作が可能。 法尻へのずり落ちを自動修正する直進走行制御装置や刈り高さ制御装置を採用。 草刈装置から集草装置（オプション）に簡単に交換でき、集草作業も可能。
ラジコン機： コマツゼノアラジコンハンマー ZHM1500R	全長：2880mm 全幅：1685mm 全高：1295mm 運転整備重量：1260kg 刈り幅：1525mm 最大登坂能力：35度 最高走行速度：6.5km/h（前進）、3.0km/h（後進）	ラジコン操作とマニュアル操作の二通りの使い方ができるため、使用場所により使い分けができる。 広角ステップの採用により、斜面での角度調整が不要（マニュアル運転時）。 前後進刈りが可能。 ラジコンは約100m離れたところから操作が可能（条件により異なる）。
重機取り付け草刈り機 草刈りアタッチメント：025型 ユンボ：0.4型機	草刈りアタッチメント（アームに装着） 外形寸法：D=1620mm、 W=1700mm、H=715mm カッター幅：1350mm 重量：500kg	ユンボのアームに草刈りアタッチメントを装着して草刈りを行う。 急傾斜地は無理だが、刈力が強いので雑木のある箇所にも有効とされている。

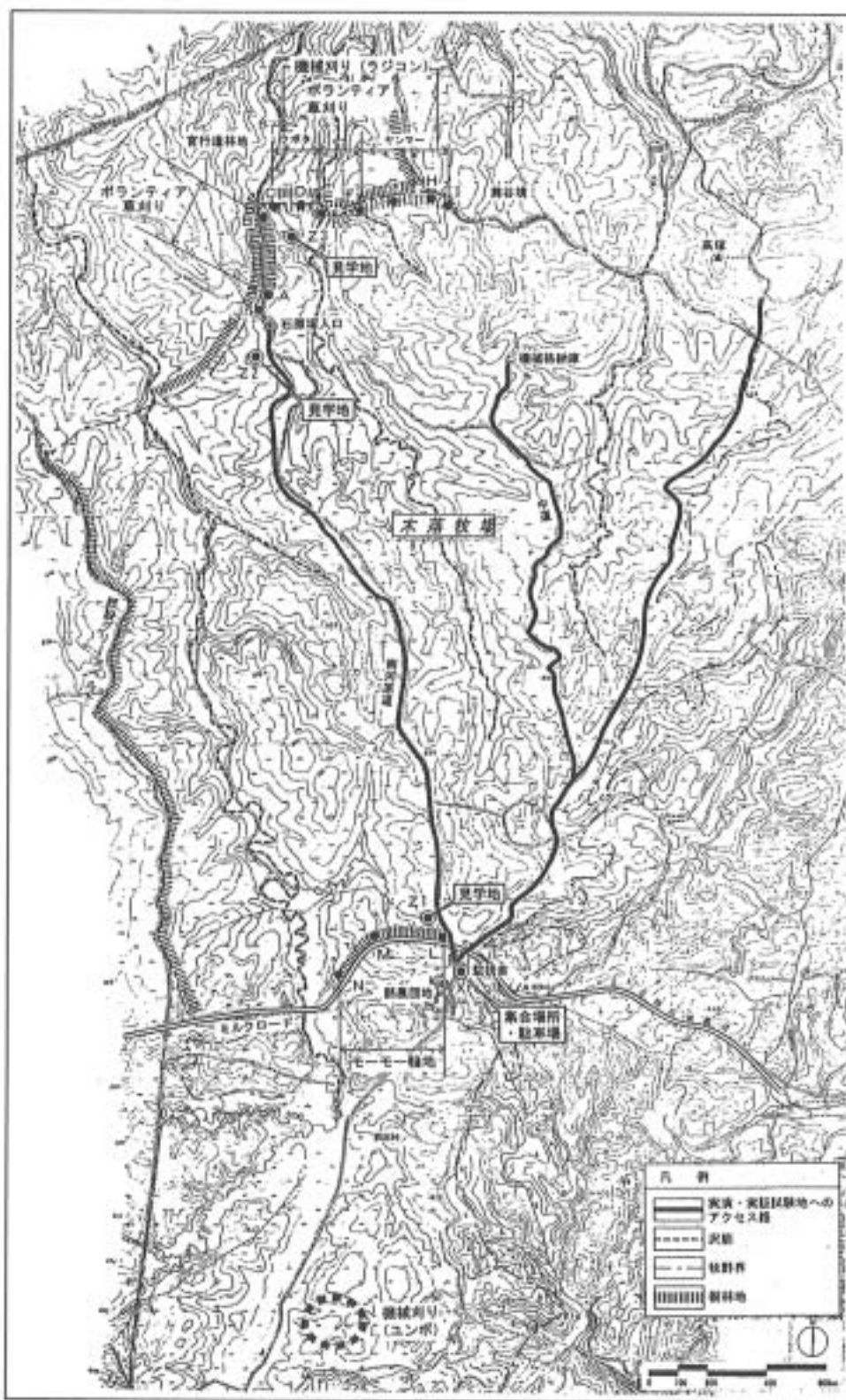


図 2-6 実演・実証試験の実施位置図

2) 実証試験結果

機械刈り試験

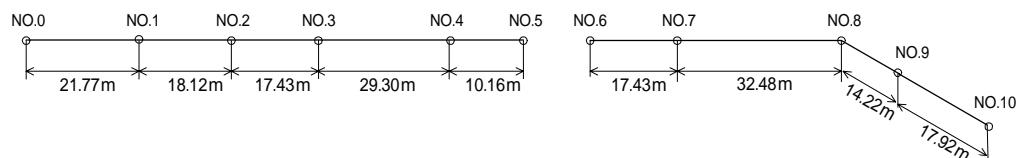
a. ラジコン機(1)

ラジコン機2機種による草刈り試験のうち、ラジコン機(1)(クボタラジコン草刈り機)による試験は、最大縦断勾配約38%の急傾斜地を含む試験地で行った。縦断勾配では牛道による段差が大きい急斜面で、横断勾配では38度の斜面が走行限界となったが、全体的に大きなトラブルはなく、約1,790 m²を所要時間44分で刈り終えた。

表2-7 ラジコン機(1)による試験の概要

機種	クボタラジコン草刈り機 AMX-7	価格：13,000,000円
気象状況	晴れ(前日一時降雨)	
地面の湿潤状況	やや湿っており、柔らかくポコポコした状況	
輪地切り規模	延長：178.83m (NO.0 NO.5=96.78m、NO.6 NO.10=82.05m) 幅員：10.0m 面積：1,788.3 m ²	
所要時間	44分 (NO.0 NO.5=21分、NO.6 NO.10=23分)	
地形条件	進行方向右下がり NO.0付近は縦断急勾配、NO.10付近進行方向左側は谷	
縦断勾配	最大：37.46%、最小：0.35% (平均勾配：NO.0 NO.5=21.87%、NO.6 NO.10=5.26%)	
横断勾配	最大：36%、最小：15%	
草の状況	草丈50~200cmのススキ、ワラビが主体の長草型草地	
障害物	特になし	
燃費	7.5リットル/h	

<平面図>



<縦断図>

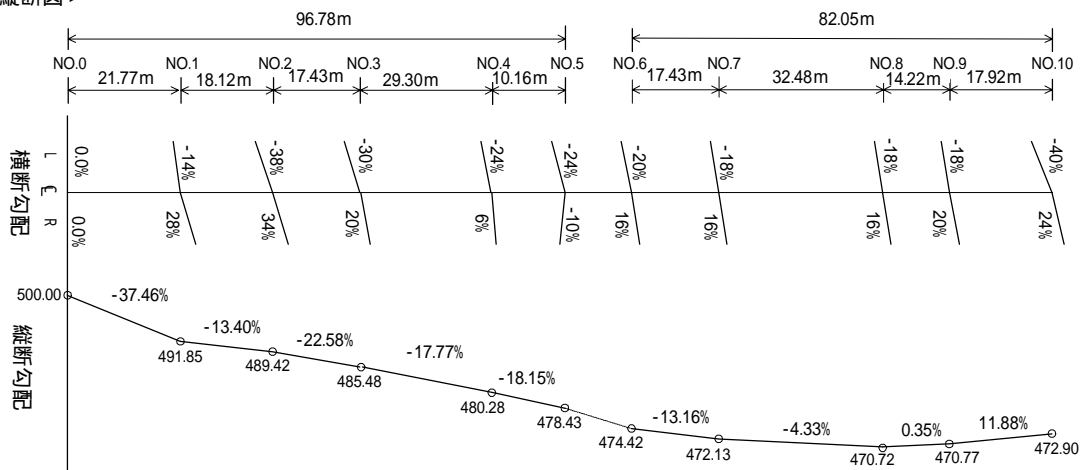


図2-7 ラジコン機(1)(クボタラジコン草刈り機AMX-7)実証試験区間図

【試験実施状況】

- 区間別に縦断方向に4往復、途中の刈り残しは随時前後進を繰り返して刈り進んだ。
- 遠隔操作は、前方にいるオペレーター補助が障害物や刈り方向をチェックして誘導した。
- ススキ、ワラビが主、草丈は約50~200cm、草丈による走行上の問題は特になかった。
- 刈り取り後の草は概ね10~20cm程度にカットされたが、縦断方向の牛道凹部では、草が倒され30~50cmの草丈で刈り残しが見られた。

【限界】

- NO.0付近(縦断勾配36度、横断勾配5度、牛道の段差60cm)の急傾斜地、NO.10付近(谷があり横断方向38度に段差のある地形)でキャタピラーが空回り一時ストップ。

【問題点】

- 後進ではキャタピラーで倒された草を刈るため刈り残しが見られる。特に急斜面が多い。
- 急斜面では牛道の段差が大きいため前進が困難となり、傾斜よりも牛道が問題である。
- 刈った草の長さが20cm以上の場合や草丈が長いまま刈り残された場合、事後処理が必要にならないか、また、輪地焼きをしない場合、野焼き時に刈り取った草が堆積して乾燥した部分と地面の間に火が入り^{おき}熾が再燃することがないか、という疑問があったが、翌年3月の野焼き時の調査においては、輪地に火が入ることなく安全に野焼きが行われた。

【メーカーより】

- フラットであれば40°の斜面に対応可能であるが、牛道は勾配がきついほど段差が大きくなり走行時の最大の問題になる。
- 刈り長さの不均一はオペレーターの技術により解消できる。後進時は刃が逆に回転し、キャタピラーで一度倒された草を起こしながら刈っていく設計となっている。
- 遠隔操作をする場合は障害物など走行方向の状況をチェックするためオペレーター補助が必要である。一人で運転操作する場合は、機械のそばに行うことになる。



刈り取り前の実証試験地(24日10:00撮影)



草丈約1.5mの急斜面を遠隔操作で刈っていく。深い草の中にはオペレーター補助がおり誘導する。



刈り取り後の実証試験地(24日11:00撮影)

b. ラジコン機(2)

試験区間は、ラジコン機(1)に比べ全体的に緩やかな地形であり、試験実施中のトラブルは特になく、約1,140 m²を所要時間27分で刈り終えた。

表2-8 ラジコン機(2) による試験の概要

機種	コマツゼノアラジコンハンマー	価格：6,250,000円
気象状況	晴れ(前日一時降雨)	
地面の湿潤状況	やや湿った状態	
輪地切り規模	延長：142.1m	幅員：8.0m 面積：1,136.8 m ²
所要時間	27分	
地形条件	縦断方向は起伏少なく、緩やかな地形 横断方向 NO.3~NO.5 はほぼフラット、NO.0~NO.3 はやや傾斜あり	
縦断勾配	最大：9.29%、最小：2.42% 平均勾配：6.28%	
横断勾配	最大：27.38%、最小：2.50%	
草の状況	ススキ、ワラビ 草丈約50~130cm	
障害物	特になし	
燃費	3.35リットル/h	

運転区間のNO.は実証試験区間図と対応

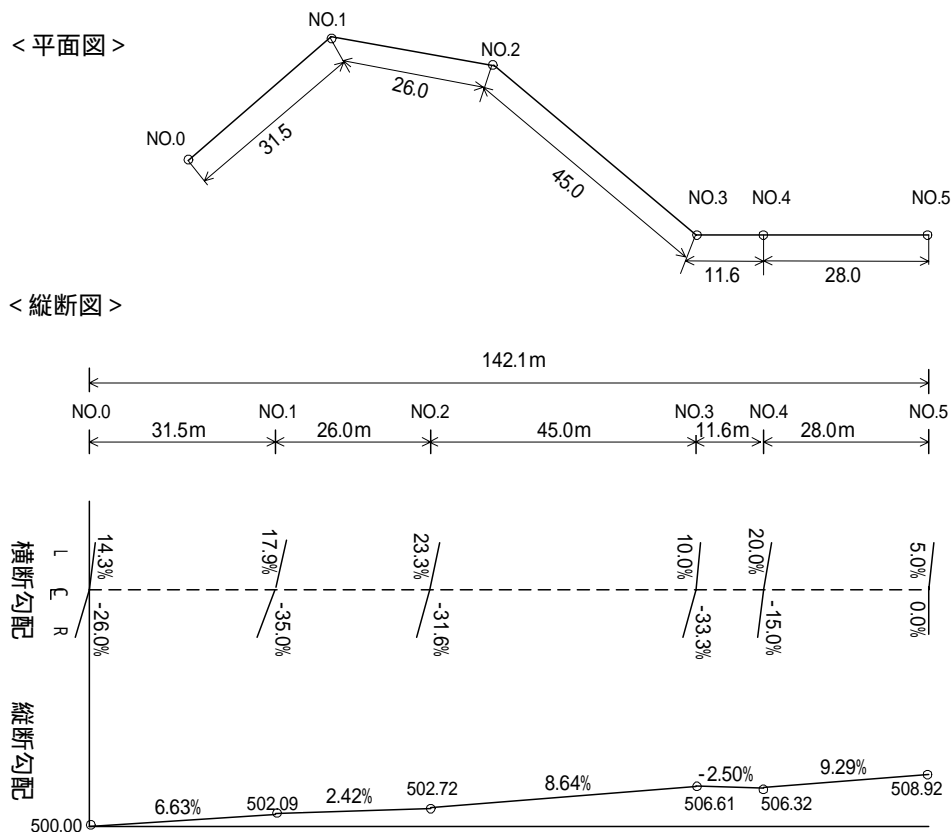


図2-8 ラジコン機(2) (コマツゼノアラジコンハンマー ZHM1500R) 実証試験区間図

【試験実施状況】

- 実験は、試験区間を4往復、約8m幅をラジコン及びマニュアルの操作方法を2往復ずつ繰り返しながら行った。
- 刈り取り後、再度土が見えるくらいの高さで深刈り試験を行ったところ、当初計測した時よりやや時間を要した。
- 前後進できるが、後進は前進に比べ精度が落ちる。

【限界】

- 試験地が緩傾斜だったため、試験地南側斜面において限界試験を行ったが、縦断勾配は約35度、牛道があるところでの登坂は不可能であった。

【問題点】

- 牛道の段差があるところでは草が残る場合があったが、翌年3月の野焼き時の調査では問題なく、安全に野焼きが行われた。

【メーカーより】

- 段差があるところで草が残ることに対しては、刃の動かし方など機械の改良をしていく必要がある。



草丈 1.3m程の草地をラジコン運転
操作により刈る



マニュアル運転による深刈り試験



縦断勾配約35度の斜面における限界試験

c . 草刈りアタッチメント装着コンボによる草刈り

草刈りアタッチメント装着コンボ機による試験は、概ね平坦地である草地及び灌木地帯 2,760 m²を6時間で刈り終えた。

表2 - 9 草刈アタッチメント装着コンボ機による試験の概要

機種	コンボ：0.4型 草刈りアタッチメント：025型
気象状況	晴れ（前日一時降雨）
地面の湿潤状況	やや湿っており、柔らかくボコボコした状況
輪地切り規模	延長：230m 幅員：12m 面積：2,760 m ²
作業時間	6時間
地形条件	一部セメント舗装の道を挟み、草地、スギ造成林に繋がる灌木地帯がある。草地側の一部緩斜面を除き、概ね平坦地
縦断勾配	平均勾配：2%
横断勾配	0～5%
植生状況	草地（50%）：草及びススキ 草丈40～200cm 灌木地帯（50%）：ノリウツギ、クズ、タブ、アキグミ 高さ3～4m、直径3～10cm
障害物	特になし

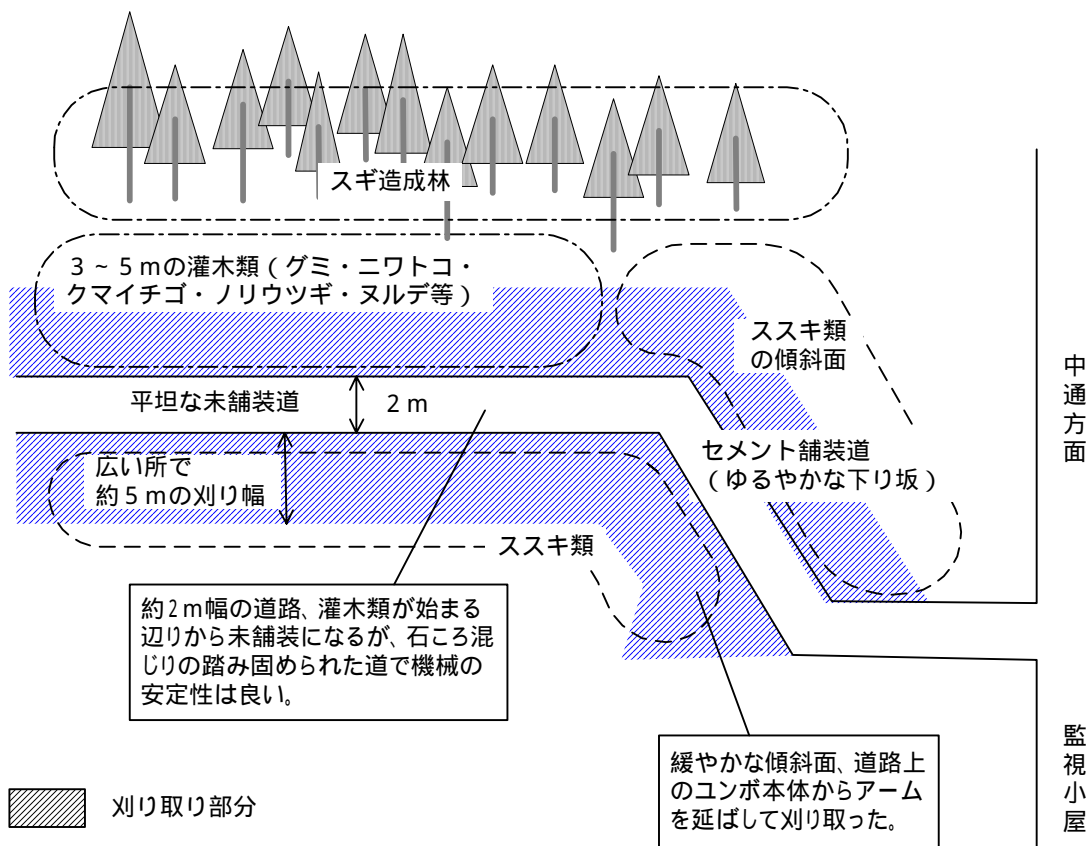


図2 - 9 草刈りアタッチメント装着コンボ機による実証試験実施地概念図

【試験実施状況】

- 約2m幅の道（一部セメント舗装）を挟んで草地、灌木地帯があり、道路上のコンボ本体からアームを伸ばして刈り取りを行った。
- 草地では、アタッチメントで上から草を押さえつけながら、アームが届く範囲を面的に刈り取り、前に進むということを繰り返しながら刈っていった。ススキに隠れるようにグミやウドの幼木が生えていたが、本数は少なく、刈り取りの障害とはならなかった。
- 灌木類は、アームを木の高さまで振り上げ、木を削り飛ばすようにアームをおろしながら刈っていく。直径6～7cmくらいのもも刈るが、グミなど木質の粗い木は細くても刈りにくい。
- ススキ草丈が高い箇所では石に刃が当たった時、灌木の中の廃棄物（イス）を発見した時及びアームにツル性植物がからまった時に一時停止したが、大きな問題はなかった。

【担当者の感想】

- コンボ本体は急傾斜地の走行には向いていないが、コンボが入りやすいような平坦なルートが整備されれば急傾斜地の作業は可能と思われる。
- 機械の駆動音が大きく、対象地やその周辺の草原を生息地とする小動物（鳥類、キツネのような中型ほ乳類）への影響が懸念される。
- 草地を刈り取るスピードはラジコン機の方が遙かに速く、緩傾斜地で草を刈る作業にはコンボは作業効率が悪いが、ラジコンが登れないような急傾斜地でも、その下にコンボが通れる程度の平坦な作業道があれば、アームの届く範囲での刈り取りは可能である。
- 灌木などの太枝や幹の根本付近の太い部分は刈り取れず、鋸やチェーンソーなどを使った人手作業となる。はじめから人手により刈り取る場合の作業効率と比較が必要か。
- コンボはリースのため機械を購入せずすむというメリットはあるが、オペレーターを雇う必要がある。また、現場まで大型トラックに積載して運ばなければならない。



道にあるコンボ本体からアームを伸ばし草刈りアタッチメントで法面の草を刈る



背丈の高い灌木類は木の上までアームを伸ばし、押しつぶすように刈る

人力（ボランティア）による草刈り

人力による草刈りは、ボランティアが3班に分かれ、平坦地での初心者体験・研修、機械では刈り取り不可能な沢沿いや急傾斜地における実演を行った。

表2 - 10 人力（ボランティア）による草刈りの概要

	第1班 (初心者体験・研修)	第2班 (実演)	第3班 (実演)
作業人員 (ボランティア)	35人	14人	13人
器 材	刈り払い機 6台 大鎌 5丁	刈り払い機 6台	刈り払い機 9台
輪地切り延長及び条件	300m	平坦部：150m 急傾斜地及び沢沿い： 154m	急傾斜地及び林地： 306m
輪地切り幅	約12～20m		
植 生	草丈1m程のトダシバを優占草とし、メドハギ、ススキ、チガヤの混在した長草型草地		
所要時間	約2時間	約1時間 (準備・移動含め 約2時間)	約1時間40分 (準備・移動含め 約3時間)



平坦部の初心者体験・研修



ベテランボランティアによる急傾斜地や沢沿いの変化のある地形での実演

家畜（牛）を利用した防火帯

次年度調査に向け、牛による防火帯づくり（モーモー輪地）の手法を展示・解説した。今回の放牧の目的は、電気牧柵のテストと放牧牛の馴致放牧を行う予備実験であったが、電気牧柵の断線やショート等のトラブルはなく、放牧牛も放牧経験を積んでいたため柵内で安定した行動を取り、脱柵することもなく順調に試験展示を終えた。

表 2 - 1 1 家畜（牛）を利用した防火帯の展示概要

実施場所	木落牧場ミルクロード沿い
延長・幅員	延長：約 500m、幅員：約 30m
植生	草丈 170 cm程のススキを優占草とし、トダシバが混在した長草型草地
滞牧期間	入牧日：9月18日（月） 退牧日：10月18日（水） 放牧期間：31日間
放牧頭数	9頭（うち2頭は後期入牧）
水場	南河原道側1箇所
機材	ソーラー型電気牧柵：1.1km / 1式：287,000円（工事費含む） （支柱 / (太)57本、(細)197本、コード / 500m × 4、ソーラー雷牧器等）

9月18日入牧時：写真手前に張られている電気牧柵はソーラー式



退牧間近、草の量が減りスガメが見える（草が疎らになり草の間から遠くが見える）状態、「ペーペー」と呼ぶと三々五々寄ってくる牛たちが透かして見える



3) 草刈り省力化実証試験結果の評価

草の減少量等による評価（大滝典雄氏による調査レポートより）

機械刈り試験地、人力による試験地、モーモータン地切り試験地において、それぞれ3箇所（草量の水準を目視により上・中・下に区分）の収量調査及び植生の被度調査を行うことにより、それぞれの技術に対する評価を行った。機械刈り試験地においては、刈り取り前後の植生状況を調査し、モーモータン地切り試験地においては、牛の滞牧期間や採食状況及び放牧効果等を調査した。

【機械刈り試験地】

- ・草刈り前の植生状況は、草丈2m程のススキが優占し、葉が展開した1m程のワラビが混在する長草型草地であり、生草重量及び風乾重量は平均で1,583kg/10a及び685kg/10aであった。
- ・急傾斜による機械のスリップ障害はあったが、植生量が多いことに起因する物理的障害は発生しなかった。
- ・機械刈りは切断長が短いことから、試験後25日経過した10月18日時点における刈られて放置された草の状態は、既に腐っていて燃えるような状態ではなかった。そのため、輪地焼きの必要性は認められず、輪地焼き作業が省略できると判断された。

【人力による草刈り試験地】

- ・草刈り前の植生状況は、草丈1m程のトダシバが優占し、メドハギ、ススキ、チガヤが混在する長草型草地であり、生草重量及び風乾重量は平均で1,292kg/10a及び608kg/10aであった。
- ・刈り取った草が長いまま放置されるので、中央に集めて輪地焼きを行う必要がある。

【モーモータン地切り予備試験地】

- ・放牧終了後の草の残存量（風乾重量）は、平均346kg/10a、入牧時と比較して379kg/10aの減少であり、利用率は52%であった。ただし、ここで言う利用量には、牛の蹄による踏圧で減少した分も含まれているので、厳密な意味での利用量にはならない。
- ・牧養力（牛を養う力）と放牧圧をみるために、1ha当たりの成牛の延べ放牧頭数を計算と以下ようになる。

$$\begin{aligned} \text{延べ放牧頭数} \div \text{放牧地面積}(\text{ha}) &= 1\text{ha 当たりの成牛の延べ放牧頭数} \\ 279(9\text{頭} \times 31\text{日}) \div 1.5(\text{ha}) &= 186(\text{カゲイ}) \end{aligned}$$

試行結果の評価

- ・今回の放牧の目的は電気柵のテストと、放牧牛の馴致放牧を行う予備実験であった。この結果、電気柵の断線やショート等のトラブルがなく、放牧牛も放牧経験を積んでいたため、柵内で安定した行動を取り、脱柵することもなかった。
- ・放牧開始が遅く、草がかなり伸びた状態であったが、採食状態が良く、放牧圧も186カゲイ/haとかなり強度の圧をかけることができた。可燃物となる草の残量は346kg/10aと少なく、裸地率も51~75%もあり、完全ではないが防火帯としての機能を備え

ていると判断できた。

- ・自己資本、つまり農家が既に所有している牛を使ってできるということからも、今後、省力化技術の主力として展開していく可能性が高いと考えられる。

コスト面からの評価

ラジコン機の作業効率について、2機種の実験地の地形的条件の差が大きいため、単純に比較することはできないが、今回の試験における1時間当たりの草刈り面積及び1㎡当たり作業単価は、クボタが2,439㎡/h及び10.8円/㎡、ヤンマーが2,526㎡/h及び6.8円/㎡という結果であり、幅員8mの輪地を1km刈る場合、クボタで約86,000円、ヤンマーで約62,000円かかることになる。また、機械本体の償却費を含まない場合の1㎡当たり作業単価はクボタで7.8円/㎡、ヤンマーで5.4円/㎡であった。

機械刈り試験における作業コスト算定手順及び算定結果は以下のとおりである。

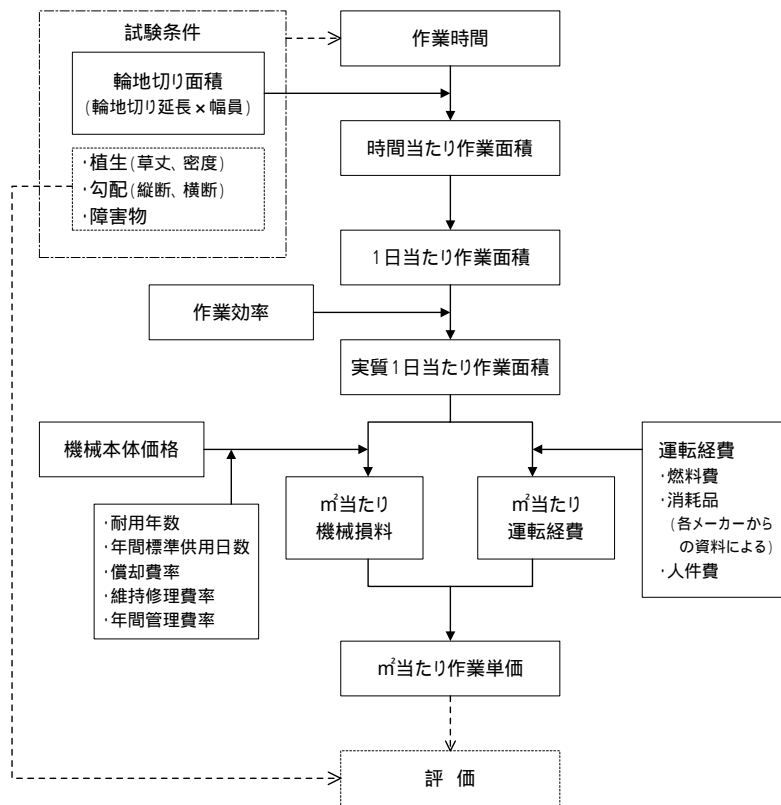


図2-10 作業コスト算定フロー

< 算定条件 >

ラジコン機の機械本体価格

クボタラジコン草刈り機AMX-7 : 13,000,000円

コマツゼノアラジコンハンマーZHM1500R : 6,250,000円

耐用年数は8年、年間標準供用日数は40日と設定（ラジコン2機種共通）

その他、ラジコン機損料算定に関連する係数、運転経費等は【資料3】を参照

コンボについては機材リースの市場価格をもとに算定

表 2 - 1 2 機械による草刈りの総括表

		単位	クボタ ラジコン草刈り機AMX-7	ヤマハ アラジコンハンマー-ZHM1500R	草刈りアタッチメント装着コボ
縦断勾配	最大	%	37.5	9.3	(平均)2
	最小	%	0.4	2.4	
	平均	%	17.6	6.3	
横断勾配	最大	%	36.0	27.5	0~5
	最小	%	0.0	2.5	
	平均	%	19.7	19.3	
輪地切り延長		m	178.8	142.1	230.0
幅員		m	10.0	8.0	12.0
輪地切り面積		m ²	1788.3	1136.8	2760.0
作業時間		分	44	27	360
1時間当たり草刈り面積		m ² /h	2438.6	2526.2	460.0
1m ² 当たり作業単価		円/m ²	10.8	6.8	20.8

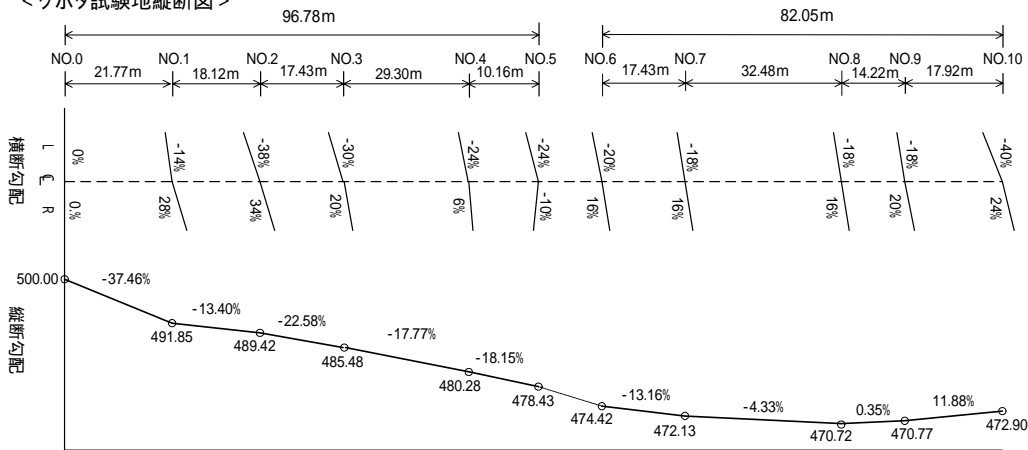
コボの1m²当たり作業単価は輸送運賃を含まない場合

* 償却費を含まない場合 = クボタ : 7.8 円 / m²、 ヤンマー : 5.4 円 / m²

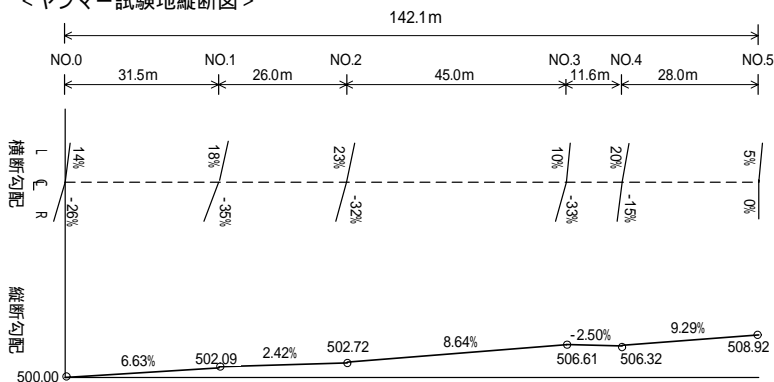
* 幅員 8m で 1km 刈る場合 = クボタ : 約 86,000 円、 ヤンマー : 約 62,000 円

[参考] ラジコン機 2 機種 の 試験地 における 地形的 条件 の 比較

<クボタ試験地縦断図>



<ヤンマー試験地縦断図>



アンケート調査による評価

輪地切り省力化実証試験の実施後に、参加した牧野組合員・行政、ボランティアを対象として行ったアンケート調査結果の概要は以下のとおりである。

調査方法：輪地切り実演・実証試験終了後、論評会を行うまでの時間を利用して実施。

対象者にあわせ、2種の調査票を用意した。

調査対象： 牧野組合・行政関係者

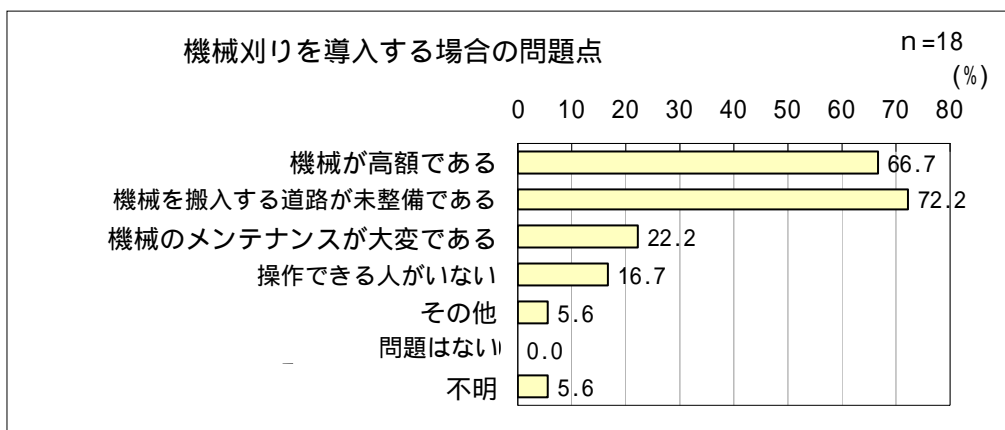
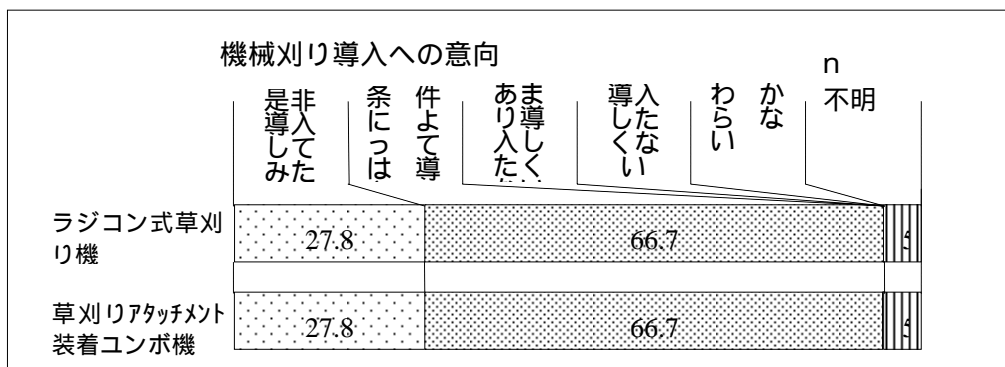
ボランティア・一般の参加者

回収状況：牧野組合・行政関係者用：18

ボランティア・一般参加者用：61

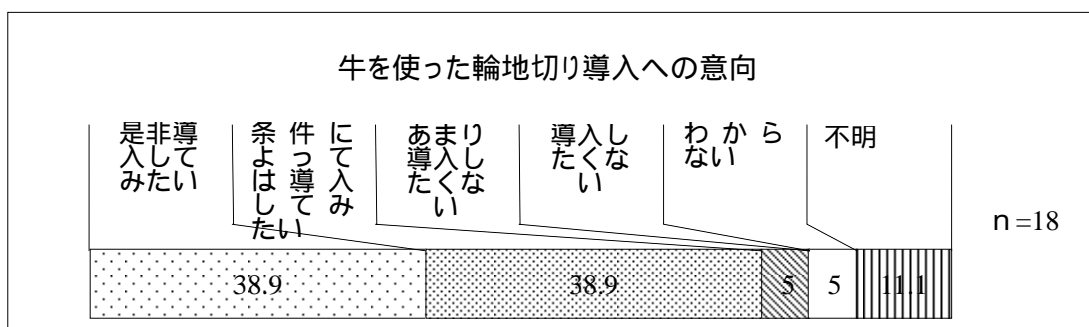
【機械刈りについてのアンケート調査結果】

- ラジコン式草刈り機については、牧野組合員・行政の全て、ボランティア・一般の8割近くが役に立つと回答している。
- 草刈りアタッチメント装着コンボ機については、ボランティア・一般では「役に立つ」が33%と低い。また、牧野組合員・行政では95%が「役に立つ」と回答しているが、「大変役に立つ」の割合は27.8%でラジコン機の66.7%に比べかなり低い。
- 機械刈り導入への意向（牧野組合員・行政のみ）については、ラジコン機、草刈りアタッチメント装着コンボ機ともに95%が「導入してみたい」と回答している。
- 自分の牧野で機械刈りを導入するとした場合の問題は、「機械を搬入する道路が未整備である」が最も多く、次いで「機械が高額である」となっている。



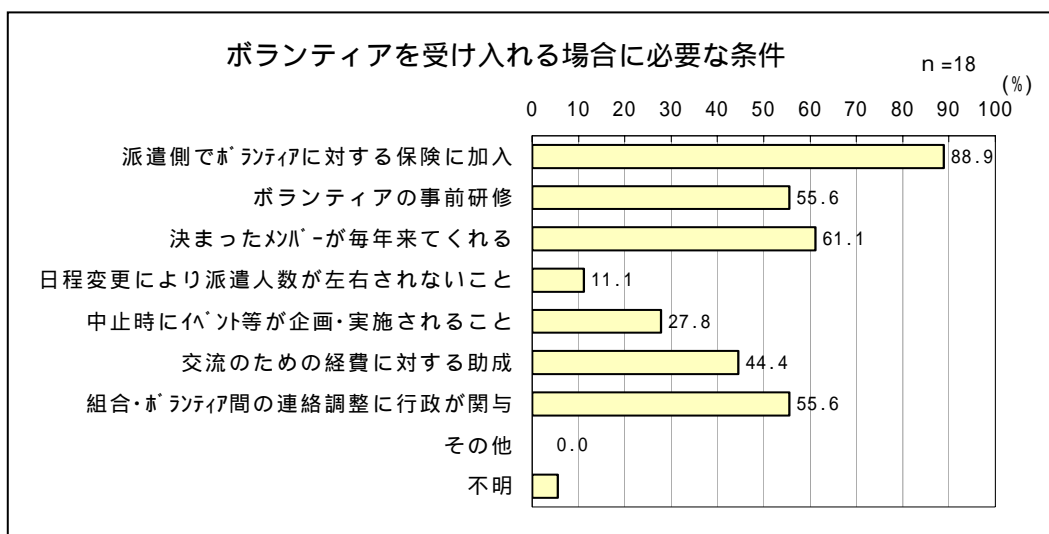
【牛を使った輪地切りについてのアンケート調査結果】

- 牛を使った輪地切りについては、「牛の放牧と一石二鳥でよい」「環境に優しい方法である」など全般的に良い方法であるという意見が多い。
- 牧野組合員・行政からは「傾斜が厳しいところでの試験」「春先からの放牧試験」を望む意見、ボランティア・一般からは「狭い中での放牧は牛が可哀想」「機械刈りとの組み合わせをしたらどうか」「育てた牛の販売先を確保すべき」という意見もみられた。
- 牛を使った輪地切りの導入意向（牧野組合員・行政のみ）について「導入してみたい」が78%、そのうち「是非導入してみたい」という積極的な意向を示す人が39%で、機械刈りの28%に比べ割合が高い。



【ボランティアの受け入れについて】(牧野組合員に対するアンケート)

- 牧野組合がボランティアを受け入れることを想定した場合に必要な条件として、「派遣側でボランティアに対する保険に加入すること」をあげた人が約9割で最も多く、次いで「決まったメンバーが毎年来てくれること」、「ボランティアの事前研修」、「組合とボランティア間の連絡調整に行政が関与すること」、「交流のための経費に対する助成」が多くあげられている。



野焼き時の効果測定による評価

輪地切り省力化技術実証試験を行った試験地について、翌年春の野焼きの際に各試験地に調査員を配置し、輪地としての効果測定を行った。野焼きは当初3月11日に予定されていたが、天候による延期で20日の実施となった。当日は快晴、西風という条件のなか事故もなく無事終了した。

調査にあたっては、6人の調査要員を各試験地に配置し、火入れの状況、試験地周辺の炎の高さや延焼・飛び火・消火の状況、危険性などの調査を行い、防火帯としての効果について検証した。野焼き時の調査概要は以下のとおりである。なお、モーモー輪地試験展示実施地における結果については平成13年度調査結果とともに示す。

表2 - 13 野焼き時の調査

実施日 / 時間	平成13年3月20日(火) 10:30~15:00
場所	木落牧場
気象状況	・天気：快晴、乾燥注意報 ・気温：13 (正午) ・湿度：平均64%、最低29% (阿蘇山頂)
野焼き実施エリア	ミルクロードより南側、南北道路の東側：10:30~12:30 ミルクロードより北側全体：13:30~15:00
調査地点	木落牧場輪地切り省力化技術実証試験試験地 ラジコン/クボタ試験地(舞谷境) ボランティア試験地(舞谷境) ラジコン/ヤンマー試験地(舞谷境) モーモー輪地試験地(ミルクロード沿い) 草刈りアタッチメント装着ユンボ試験地(ミルクロード南側)
調査内容	・火入れ前/輪地の状況 ・火入れ時/風の状況、人員配置、火入れの仕方、火のつき方、火の勢い、輪地への火の侵入、飛び火の状況、消火方法、消火時の危険性

ラジコン/クボタ試験地~ボランティア試験地~ヤンマー試験地(舞谷境)

- ・ 当日は西風であり、13:30に石原塚より舞谷境方向へ輪地に沿って火入れが行われ、基本的に牧野の北から南方向に焼いていった。
- ・ 調査地では、13:41にクボタ試験地西端から火入れが行われ、クボタ試験地~ボランティア試験地~ヤンマー試験地の森林境までは、火入れ後を火消しが輪地に侵入する火を消しながら追う形で進められた。
- ・ 着火後、火は一気に燃え上がり、試験地付近の炎は場所によっては5m程になることもあったが、輪地への火の侵入はほとんどなく、輪地焼きをしていないことも問題にならず、火消しに手間取ることもなかった。また、北側の森林への飛び火もなく、安全に野焼きが行われ、輪地としての効果は発揮された。
- ・ 森林境から東側の舞谷牧野との境界は、草地内で隣接牧野への延焼を防ぐために作った輪地である。隣接する牧野同士で野焼きを同時に行うことができれば、輪地切りの必要がないと考えられる。

4) 草刈り省力化技術のまとめ

実証試験における機械刈り及び牛による防火帯づくりの試験結果より、草刈り省力化技術についてのまとめを行った。

ラジコン機

今回、2機種の実証試験を行ったが、それぞれの試験地の地形条件が全く異なることから、輪地切りにおける性能の比較評価は単純にはできない。まず両機種共通して、以下のような結果が得られた。

1時間当たり2,500㎡前後の作業能力(スピード)があり、かなり急傾斜地にも対応することから、省力化技術として基本的に有効であることが実証された。

ただし、クボタとヤンマーの実証試験地間の区間(崖状の急傾斜である上、深い沢があり渡れない)のような地形条件下ではラジコン機では対応できないということも実証された。

輪地切りに利用する場合、一番の問題は牛道であり、急斜面ほど段差が大きくなるため、本来の登坂能力を発揮できなくなる。牛道さえなければ、今回の試験で限界として示された勾配35%以上の斜面での活用も可能であり、より活用範囲は広がる。

中には牛道により長いまま刈り残る草もあるが、刈り取った草は概ね10cm程度にカットされる。牧野組合の判断では野焼き時期までに腐るため輪地焼きの必要はないとのことであり、省力化に大きく貢献する。

平成13年3月の野焼き時における効果チェックでは、晴天・西風のなか試験地である輪地側から火入れが行われ、その結果は、輪地自体に延焼することなく安全に野焼きが行われ、輪地の機能を十分果たした。

また、今回の試験実施により、ラジコン機は牧野内をかなり自由に自走できることがわかり、搬送車が通行できる道から輪地切り実施地が離れていることは、あまり問題にならないと思われる。

今回使用した2機種の本体価格は2倍以上の差があり、価格の低い機種(ヤンマー)の作業単価は高い機種(クボタ)の63%であった。機械本体の減価償却費を考慮しない場合でも69%と差が大きい(ただし、維持管理費等も本体価格と連動すると想定して算出した値)。因みに、2機種の実証地の地形条件をみると、クボタ試験地はヤンマー試験地に比べ縦断勾配、横断勾配ともに大きかった。また、車体形状から判断して傾斜地における安定性はクボタの方が優れていると思われる。

草刈りアタッチメント装着コンボ

ラジコン機に比べ作業スピードは遅いものの、灌木類も刈り取ることができる大きな特徴である。

また、幅員2m程度の道さえあれば、ラジコン機では対応できないような急斜面地もアームが届く範囲で問題なく刈り取ることが可能であり、ラジコン機や人力では困難な

箇所でも有効に活用することが可能であると考えられる。

牛による防火帯づくり

平成 12 年度の実施は時期的に制約があったため、展示して手法をアピールするという目的で行ったが、1 ヶ月の滞牧による草の量の変化、牛の状況などの観察、牧野組合員の感想などから、牛による防火帯づくりの可能性は示せたと思われる。

また、野焼き時に効果測定を行った結果、試験地内における火の速度は 0.257km/h 及び 0.164km/h とゆっくりであり、試験地外と比較して火の勢いが 1/5 ~ 1/6 に抑えられたこと、牧野組合の人々から十分輪地として機能するという評価があったことから、展示としての実施であったにも関わらず、輪地切りとしての効果が実証された。

ただし、入退牧の時期の判断や牛の管理のあり方など、本格実施に当たっては解明すべき課題も多い。このため、平成 13 年度は年間を通じた実証試験調査を行うことにより、輪地切り省力化のための一手法としての確立を目指すこととした。

また、家畜による防火帯づくりの一方策としてヤギの活用も提唱されており、これについての実証試験の実施についても今後検討すべきであろう。