

雷別地区自然再生事業の実施状況

I 今年度の事業実施内容と調査事項

雷別地区での今年度の実施事業内容は以下のとおり。

- 1 人工植栽区画における補植及びツリーシェルターの被覆(笹地10)
- 2 天然更新区画における人工植栽(笹地12)
- 3 鹿侵入防止柵の設置(笹地10の一部及び笹地12全区域)
- 4 エロージョン対策の試験的实施

調査事項は以下のとおり。

- 5 エロージョン発生メカニズムの推定(継続)
- 6 各笹地(地表処理区画内)における植被率及びササ被度(継続)
- 7 各地表処理区画におけるエロージョンの発生状況調査(継続)
- 8 雷別地区における広葉樹人工林の現況調査(新規)

1 人工植栽区画における補植及びツリーシェルターの被覆(笹地10)

笹地10では4区画(計0.14ha)で人工植栽を行った。これらの区画は、2013(H25)年植栽箇所を除き、エゾシカ食害対策が行われなかったため、本年4月時点で、生存木はほぼ皆無の状況であった。

このため、本年6月に雷別由来の広葉樹苗200本(購入苗:ハルニレ100本、ヤチダモ100本)を植栽し、ツリーシェルターを全木に被覆。補植密度は1,428本/ha。補植区域は図-1のとおり。

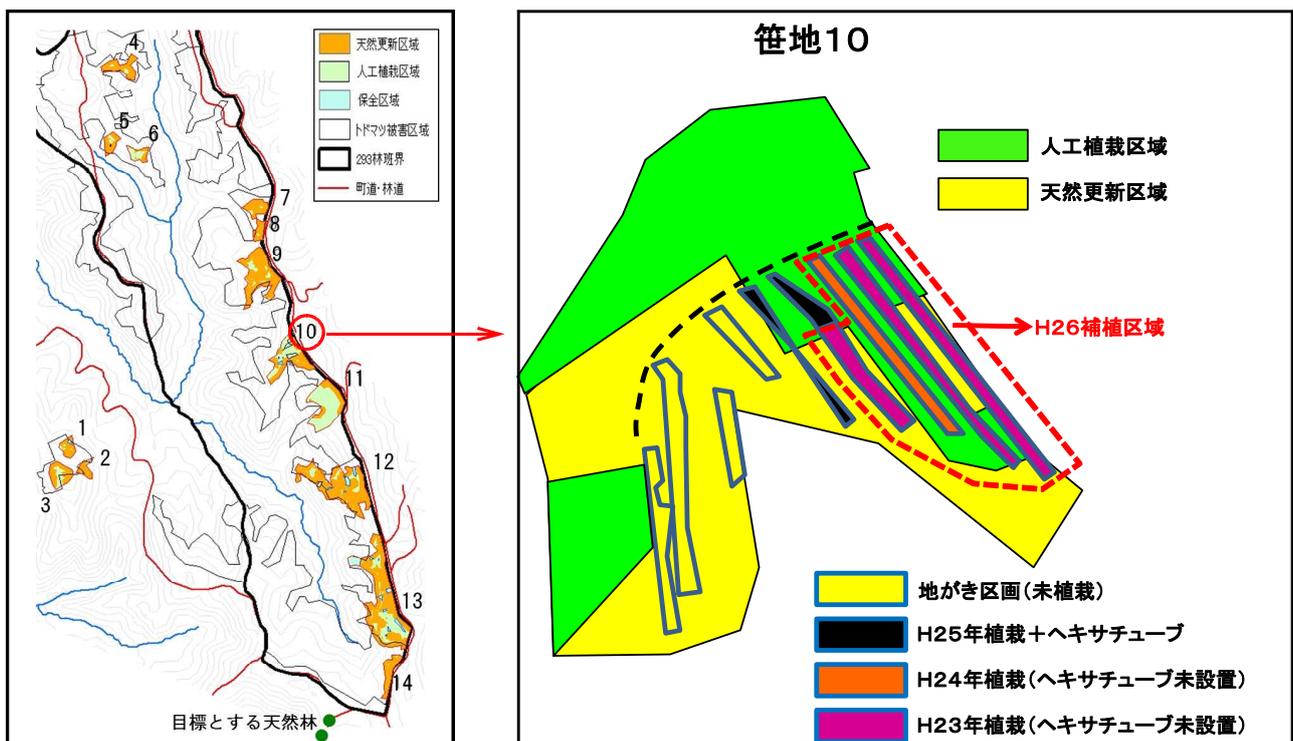


図-1 2014(H26)年度補植箇所

2 天然更新区画における人工植栽（笹地12）

- ・2012(H24)年及び2013(H25)年に行った各地表処理箇所における天然生稚樹の発生状況は、それぞれ164本/ha、461本/haであり、増加はしたが、雷別地区自然再生事業実施計画で更新完了の基準としている更新指数* 1.0に遠く及ばない結果。
- ・このため、天然更新による方法では事業がはかどらなないと考え、天然更新区画としている箇所でも人工植栽を行うこととしたところ。
- ・本年の実施箇所は、本年8月末に鹿侵入防止柵の設置が完成した笹地12の1区画(面積0.06ha)。植栽位置は図-2参照。樹種別植栽本数は計152本(表-1)、植栽密度は2,533本/ha。なお、植栽した苗木は、マルチキャビティコンテナによる育苗は冷涼な釧路市内では生育不良という結果を踏まえ、育苗を兼ねて、苗高20cm以上のコンテナ苗を使用。さらに、雷別由来の苗木の確保の可能性を探るため、ケヤマハンノキを山引きして植栽。

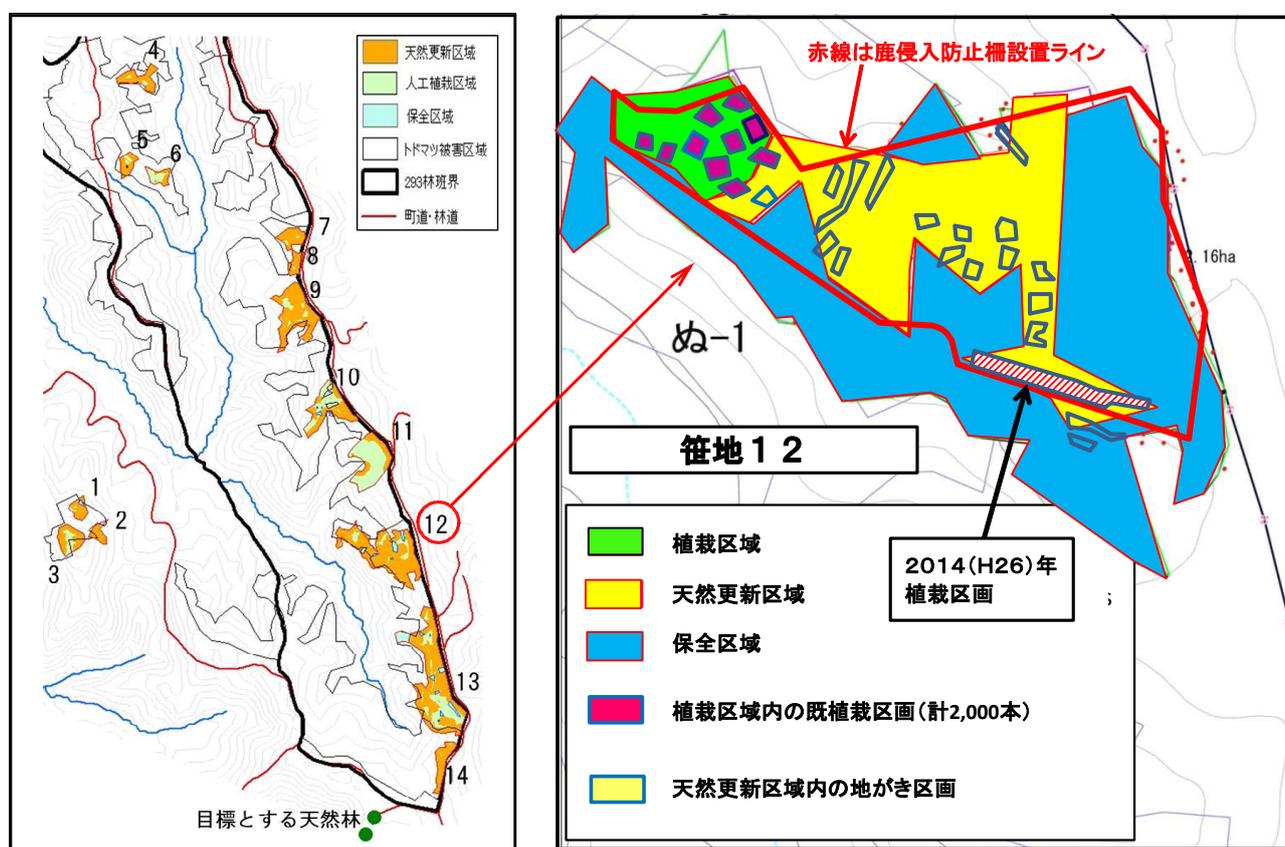


図-2 2014 (H26) 年度人工植栽箇所

表-1 2014(H26)年における人工植栽本数

	マルチキャビティコンテナによる育成苗						山引き苗	総計	本/ha
	ヤチダモ	ハルニレ	シラカンバ	ミズナラ	その他	小計	ケヤマハンノキ		
本数	51	35	26	9	12	133	19	152	2,533

*更新指数:北海道森林管理局における天然更新完了の判断基準として用いられ、例えば30cm以上の幼稚樹が概ね10,000本以上の場合は更新指数1.0で更新完了。5,000本の場合は更新指数0.5で更新完了とはならない。

3 鹿侵入防止柵の設置(笹地10の一部及び笹地12)

・ツリーシェルターによるエゾシカ食害防止に関する長所・短所を以下に示す。これらのうち、太字の長所・短所を重視し、エゾシカ食害対策をツリーシェルターによる方法から鹿侵入防止柵へと変更した。

長所

- ①設置が容易。
- ②植栽面積が狭い場合、鹿侵入防止柵と比較して植栽木1本当たりの単価が安い。

短所

- ①メンテナンスに手間。
 - 雷別地区では、強い風雨の下で容易に転倒(写真-1)。
 - 土壌凍結前に転倒したものは、凍結後の再設置は不可能。
- ②食害から守られるのは植栽木のみ。
- ③植栽面積が広い場合、鹿侵入防止柵と比較して植栽木1本当たりの単価が高い。



写真-1 シェルターの転倒

・一方、鹿侵入防止柵の長所・短所は以下のとおり。

長所

- ①植栽木のみならず笹地全域の保護が可能。
- ②(製品によるが)設置は容易。
- ③植栽面積が広い場合、ツリーシェルターと比較して植栽木1本当たりの単価が安い。

短所

- ①メンテナンスに手間。
 - 倒木により簡単に柵が損壊。速やかに補修しなければエゾシカの餌場となる可能性あり。
- ②植栽面積が狭い場合、ツリーシェルターと比較して植栽木1本当たりの単価が高い。

(1) 笹地10における設置

高さ2m、延長100mをボランティアの協力を得て設置。要した人工数は約10人・日。設置箇所は図-3のとおり。設置状況は写真-2のとおり。柵の材質は針金と燃糸ポリエチレンをよじったもの。

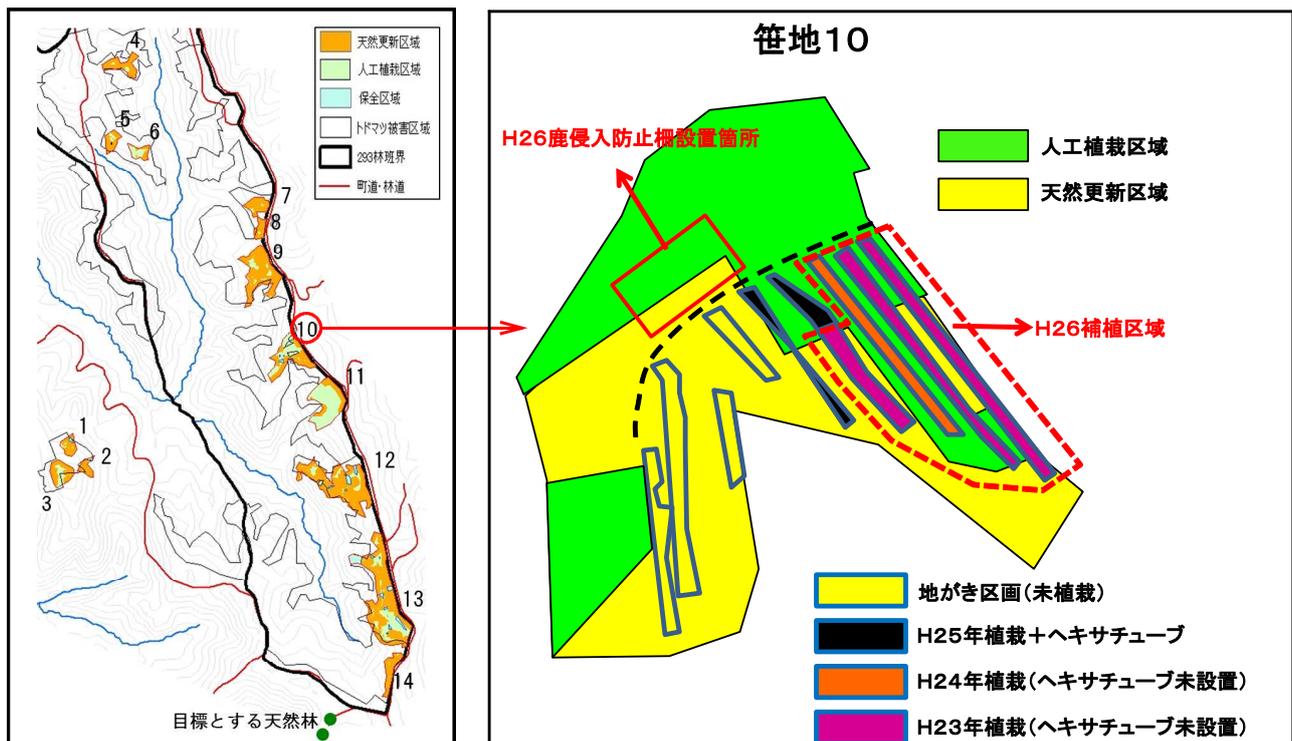


図-3 笹地10における鹿侵入防止柵設置位置



支柱アンカー打ち込み
(地下部 50cm、地上部 50cm)



アンカーに支柱(2m)を被覆



網の取付け



網の外側へのスカートの取付け

写真-2 ボランティアによる鹿侵入防止柵の設置状況

(2) 笹地12における設置

本箇所は請負発注により設置。延長 1,100m。急傾斜地や立木が密生して設置が困難な箇所を除き、極力、柵内の面積が広がるように設置(図-4)。資材は笹地10で使用したものと同一。

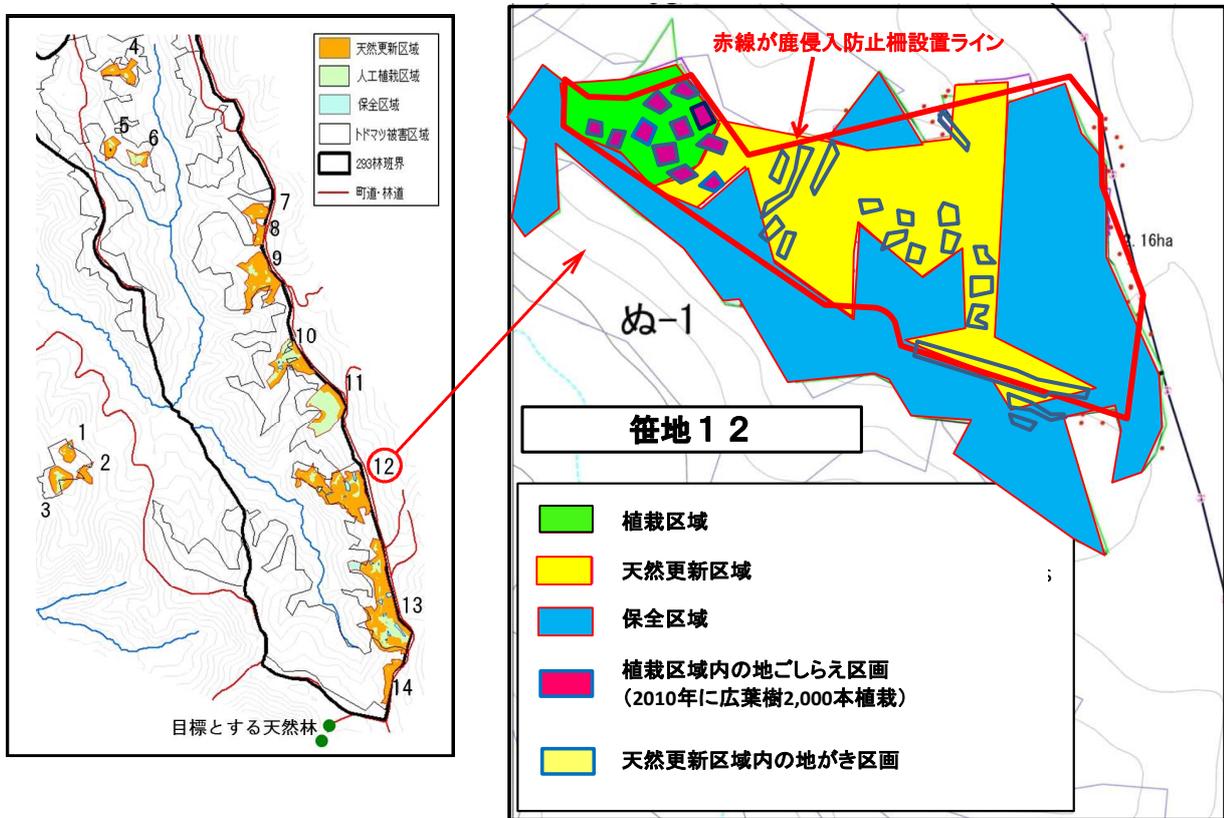


図-4 笹地12における鹿侵入防止柵設置位置

4 エロージョン対策の試験的实施

・前回の森林再生小委員会で、委員から粗朶束の設置によりエロージョンが止まった旨の発言があった。これを受けて、粗朶束を設置し、その効果を確認することとした。設置箇所は笹地10のうち、昨年の調査でエロージョンの面積が広いとされた区画(図-5)。

・粗朶束の販売元が見つからなかったため、ササを刈り、女竹を芯にしてササを束ね、天然繊維の縄で縛ることで粗朶束の代用とした(図-6)。女竹は長さ約 1.5 m。ササで代用した粗朶束の直径は一様ではないが、概ね 40cm。これを半分程度埋まるように設置。

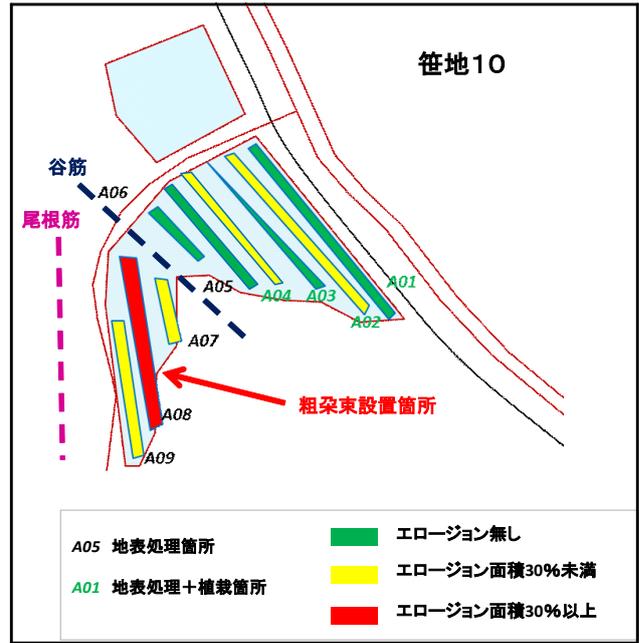


図-5 粗朶束設置箇所

・設置方法は、尾根筋から谷筋の方向に傾斜しているため、尾根筋側の端に1列、同じく2列、尾根筋側の端と中央の各1列、全体的に粗朶束を設置の4方法と、全く設置しない箇所を設けた(図-7及び写真-3)。

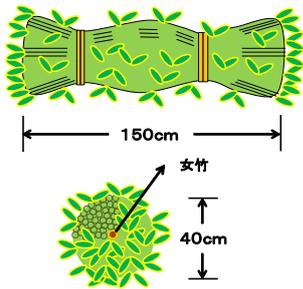


図-6 笹を用いた粗朶束の模式図

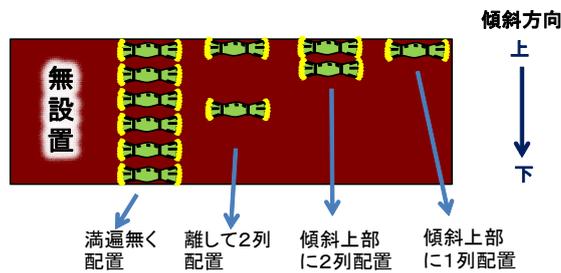


図-7 粗朶束の配置例



写真-3 粗朶束設置の写真(左:尾根筋側端と中央に1列設置、中央:全体的に粗朶束を埋設、右:無設置)

・本方法によるエロージョンの防止の効果は、後述のとおり、エロージョンの発生は凍結土壌の融解と雪融けに伴う流水によるものと推定されたことから、この時期を経ないと確認できないものと考え、本方法の効果が確認された場合、主にボランティアの協力を得て自然再生事業を進める場所と位置づけている笹地10において展開する。

5 エロージョン発生メカニズムの推測(新規)

- ・雷別地区自然再生地で見られるエロージョンは、土壌表面が地表流に面的に洗われる「表面侵食」及び地表流によって細溝ができる「リル侵食」であり、大きな溝を形成する「ガリ侵食」は見られない。
- ・地表流は、ホートン地表流及び飽和地表流が知られている。
- ・ホートン地表流は、浸透能を降雨量が超えることにより発生する。一方、飽和地表流は、一般的に、地下水面が上昇して地表に達した際に発生する地表流で、大雨時に集水斜面の基部や溪流の近くで発生する。
- ・Dunne and Black(1970)は、Sleepers River(Vermont, U.S.)の斜面でトレンチを用いた試験の結果、ホートン地表流は限られた場所で発生し、地表流は主に山腹基部の飽和面で発生する飽和地表流と復帰流(斜面に沿って流れる地下の側方流が飽和土壌水帯に達し、地上に現れたもの)であるとしている。雷別地区自然再生事業地は、シラルトロエトロ川の源頭部、分水嶺に極めて近くに立地しているので、ホートン地表流の発生が疑われた。
- ・雷別地区自然再生事業地の地表処理箇所は表土が重度にかく乱された所と言える(写真-4)。村井・岩崎(1975)は、地被区分別の浸透能(最終浸透レート)を報告している(表-2)。雷別自然再生事業地の地表処理区画は、本表中の伐採跡地(重度かく乱)に近いものと考えられる。



写真-4 地表処理の実施状況(2007年10月)

表-2 地被区分別の浸透能(最終浸透レート、mm/hr)
(村井・岩崎(1975)を簡略化)

林地			伐採跡地		草生地		裸地		
針葉樹		広葉樹	軽度	重度	自然草地	人工草地	崩壊地	歩道	畑地
天然林	人工林	天然林	かく乱	かく乱					
211.4	260.6	271.6	212.2	49.6	143.0	107.3	102.3	12.7	99.3

- ・最寄りのアメダス観測地点である標茶町開運における観測データを調べた。調査期間は、地表処理を行った2009(H21)年からエロージョンが始めて確認された2012(H24)年までである。各年の最大時間降水量を表-3に掲げる。

表-3 2009年～2012年の最大時間降水量

年	観測日と時刻	降水量
2009	10/3 2A.M.	11.0mm/hr
2010	7/23 3P.M.及び9/6 3P.M.	15.0mm/hr
2011	4/9 7P.M.及び9/22 6A.M.	15.0mm/hr
2012	9/12 5A.M.	19.0mm/hr

- 同観測地点における過去最大時間降水量は、1991年8月1日に観測された40.0mm/hrであり、表-2に掲げた伐採跡地(重度かく乱)の浸透能49.6mm/hrに及ばない。また、2013(H25)年6月～11月の雨量の多い日の観察では、降雨は速やかに浸透して一切の地表流は見られず、特に2013(H25)年9月16日午後1時から10時までに総雨量127.5mm(最大時間降水量34.0mm/hr)を観測したが、その前後で地表の状況に変化は見られなかった。写真-5に、2日後の9月18日に雷別地区から数km離れた辺寒別牛川を横断する林道での越流状況を示す。



写真-5 辺寒別牛川の越流状況(2013年9月18日撮影)

- 雷別地区の民有地には、傾斜が極めて緩いにも関わらず、融雪期にエロージョンが発生している現象をしばしば観察される。写真-6の左の写真は牧草地を何らかの理由によりその表土を剥ぎ、前年のうちに播種した箇所であるが、翌年の融雪期にエロージョンが発生している事例、同右の写真は牧草脇の笹地に斜面方向に農道を敷設し、同様の時期にエロージョンが発生している事例である。

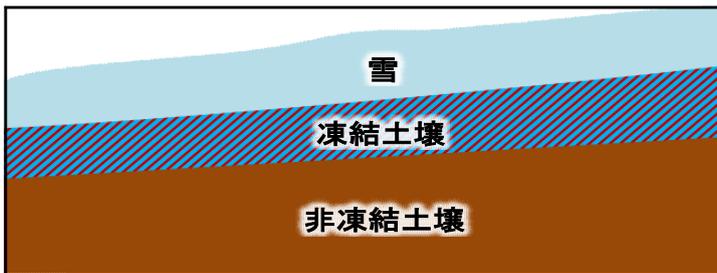


写真-6 雷別地区民有地におけるエロージョンの発生事例

- このため、エロージョンの発生は、冬季の土壌凍結という独特な現象と関係があるものと推定し、3月上旬から5月上旬にかけて笹地10及び12で観察を続けた。その結果は以下のとおり。
 >3月上旬:自然再生事業地の積雪深は平均約25cm。笹地10及び12ともに土壌凍結。

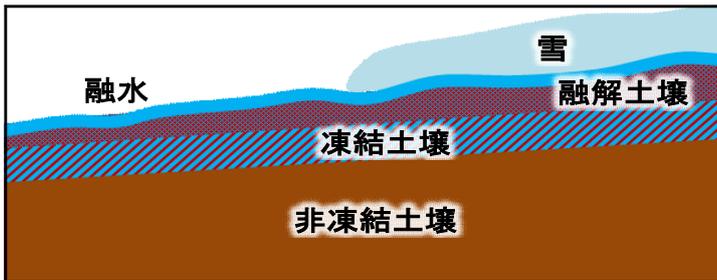
- 3月中旬:積雪深が徐々に浅くなり、融雪が開始したものと推定された。
 - 4月中旬:融雪水は緩やか、かつ、少量ではあるが、地表流として流れているのを確認。凍結が解けた表土約数 cm は飽和状況。特に急傾斜地では、地表流の流れが緩傾斜地と比較して速いのが観察された。
 - 5月上旬:表土は飽和状態にはなかったが、鉄製の杭を刺すと概ね 15cm 程度で凍土の堅い層に到達。
- ・早川(2013)は、以下の報告を行っている。
 - 畑からの土砂流出を考えるうえで地表面流が重要であり、その生起条件を明らかにするため、既存の基礎式(Richards 式)を用いて、耕盤層(大型機械による耕起や踏圧によりできる堅密な層)の有無及び土壌凍結層の存在の 3 ケースについて、表層土壌層からの流出過程の把握を試みている。土壌凍結層が存在するケースでは、融雪期に表層付近の土壌凍結が融雪水等により徐々に融解するが、その下には土壌凍結部が残存し、難透水層を形成していることから、深度 10cm 以下を難透水性とし、これを考慮して計算を行った。その結果、融雪量のピークが 2 mm/hr 程度の融雪量でも 3 日経過後には地表面流が発生し、融雪水の流出で容易に土砂流出が発生する可能性があるとした。
 - さらに北見市郊外の試験地で、2011 年 4 月の融雪期に地表面を流下したガリ浸食流路を確認。融雪期に降雨を伴った場合、耕起しただけの地表面は水が浮いた状態で、表層は部分的に凍結している部分と一部融解して飽和状態にある部分が混在していた。融雪期の流出過程は、土壌凍結層の存在により、夏季とは異なるとしている。
 - ・Seyfried. M. and Flerchinger. G. N.(1994)は、凍結土壌が浸透能を著しく減少させ、凍結土壌の表層が融ける時、エロージョンを発生させる可能性が高いこと、また、このような条件下では、降水が無いか少ない場合でも、流出やエロージョンを発生させる可能性があると報告。
 - ・Shanley. J. B. and Chalmers. A.(1999)は、Sleepers River(Vermont, U.S)での観測の結果、山腹の凍結土壌の上で地表流が視認されこと、また、流出量は凍結土壌の存在により無凍結土壌と比較して降雨に対して大きく、かつ、素早く反応したことを報告。
 - ・Flerchinger. G. N., Lehrsch. G. A. and McCool. D. K. (2005)は、凍結土壌上の降雨や融雪水は著しい流出やエロージョンの発生の主たる原因となること、土壌が凍結すると氷が空隙を塞ぎ、土壌の浸透能を大きく減少させると記述。
 - ・現地における観察結果や上記の報告から、エロージョンは凍結土壌の融解と融雪水の流出により発生し、降雨がエロージョンをより著しいものにしたと推測される。標茶町開運の観測データによれば、2011(H23)年 4 月 23 日午前 10 時～24 日午前 8 時に総降水量 73.5mm、2012(H24)年 4 月 3 日午後 2 時～4 月 4 日午前 5 時に総降水量 53.5mm を観測している。

・以上から、エロージョンは図-8の模式図のように発生したものと推定された。



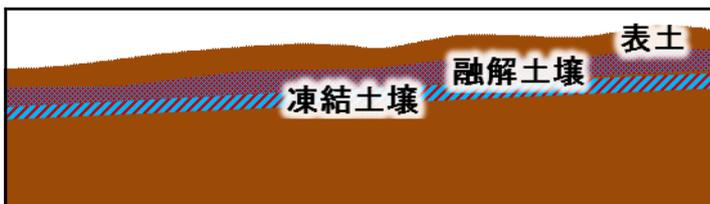
雷別地区では 12 月から土壌凍結が発生し、その深さは 2 月下旬～3 月上旬に最大となる(数 cm ～ 30cm。北向き斜面で深く、南向き斜面で浅い傾向。)。同時期における最大積雪深は約数 cm ～ 70cm 程度。

※以上、2007 年及び 2008 年実施の土壌凍結実態調査による。



春先の気温上昇に伴い、積雪が徐々に融解して融水となり、凍結土壌が融解し始める。凍結土壌は一度にすべてには融けない。土壌の浸透能は著しく低下し、エロージョンの原因となる。この時期の降雨がエロージョンを助長する。

※融解土壌の厚さは、2007 年の調査で最大 23cm が記録されている。



5月上旬に表土は安定。エロージョンの痕跡が残る(写真-7)。土中には融解土壌と凍結土壌が残る。

図-8 エロージョン発生メカニズムの推定(模式図)



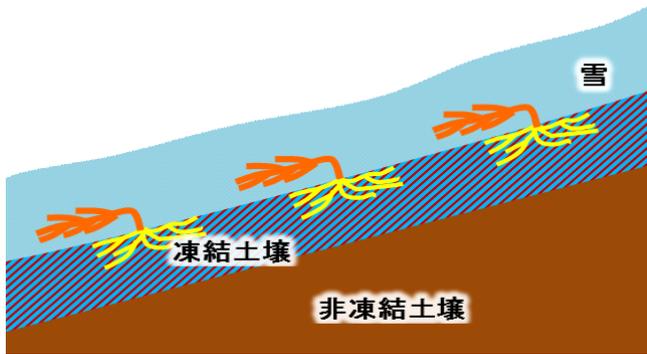
(流路の跡)



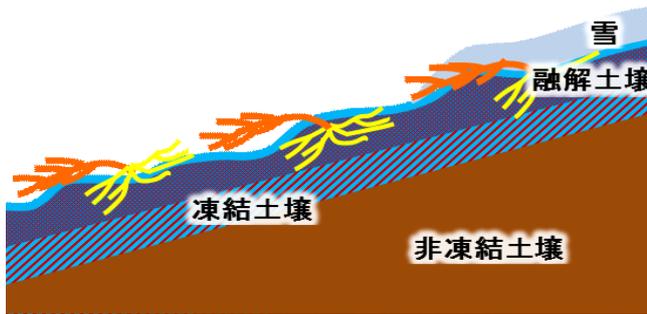
(面的に洗われた跡)

写真-7 エロージョンの痕跡

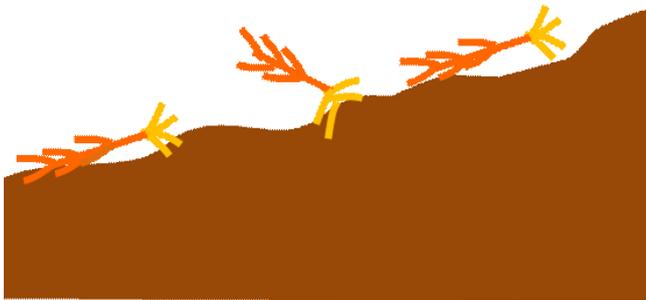
・一方、一部の急傾斜地では、エロージョンの発生するメカニズムは緩傾斜地と同じであるが、エロージョンが深い点で異なる。これは、融解土壌の表面が流速の早い融雪水により深く流されたためと推定された(図-9)。



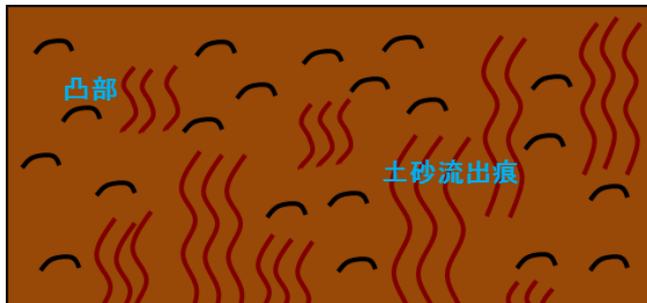
冬季に積雪し、土壌が凍結。



融解土壌の下に凍結土壌が残っている状態で、より流速の早い融雪水により表土が深く削られたり、洗われたりする。



その結果、植栽木に抜けや傾きが発生。



正面から見ると、凸部を残して流され(写真-8)、さらに激しい場合、凸部を残さず面的に深く流される(写真-9)。

図-9 急傾斜地でのエロージョン発生メカニズムの推定(模式図)



写真-8 急傾斜地でのエロージョンの例1
エロージョンが激しい区画。凸部が顕著。
(区画 C40 斜面上段部、2013年11月撮影)



写真-9 急傾斜地でのエロージョンの例2
 エロージョンがより激しい区画。表土が深く流され凸部はほとんど観察されない。
 (区画 C43 斜面中段部、2013年11月撮影)

6 各笹地(地表処理区画内)における植被率及びササ被度(継続)

- 以下に、2012(H24)年～2014(H26)年までの3カ年の地表処理区画内における平均植被率、平均ササ被度及び平均ササ稈長を笹地ごとに表-4に掲げる。全地表処理区の平均植被率は70%を超えたが、平均ササ被度は50%未満、平均ササ稈長は40cm程度であり、区画にもよるが、まだ50cm以上の大苗を植栽すれば無下刈りでの育成は可能と考えられる。

表-4 各笹地の地表処理区画内における植被率及びササ被度

	平均植被率 (%)			平均ササ被度 (%)			平均ササ稈長 (cm)		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
笹地10	61	62	64	8	43	50	35	43	38
笹地11	38	56	60	2	40	50	30	46	40
笹地12	76	74	80	20	40	43	35	41	41
笹地13	65	71	74	15	40	48	42	46	43
全笹地合計	68	70	74	15	40	48	37	43	41

7 各地表処理区画におけるエロージョンの発生状況調査(継続)

- 2012(H25)年及び2013(H26)年の2カ年にわたり行ったエロージョンの発生状況を笹地毎に図-10～図-12のとおり示す。
- なお、一部の区画(笹地10のA01～A04及び笹地11のC21)は2014(H26)年に補植又は新植を行っており、エロージョンの発生状況の把握が困難であったため、調査を行わず、図上では白地での表記としている。

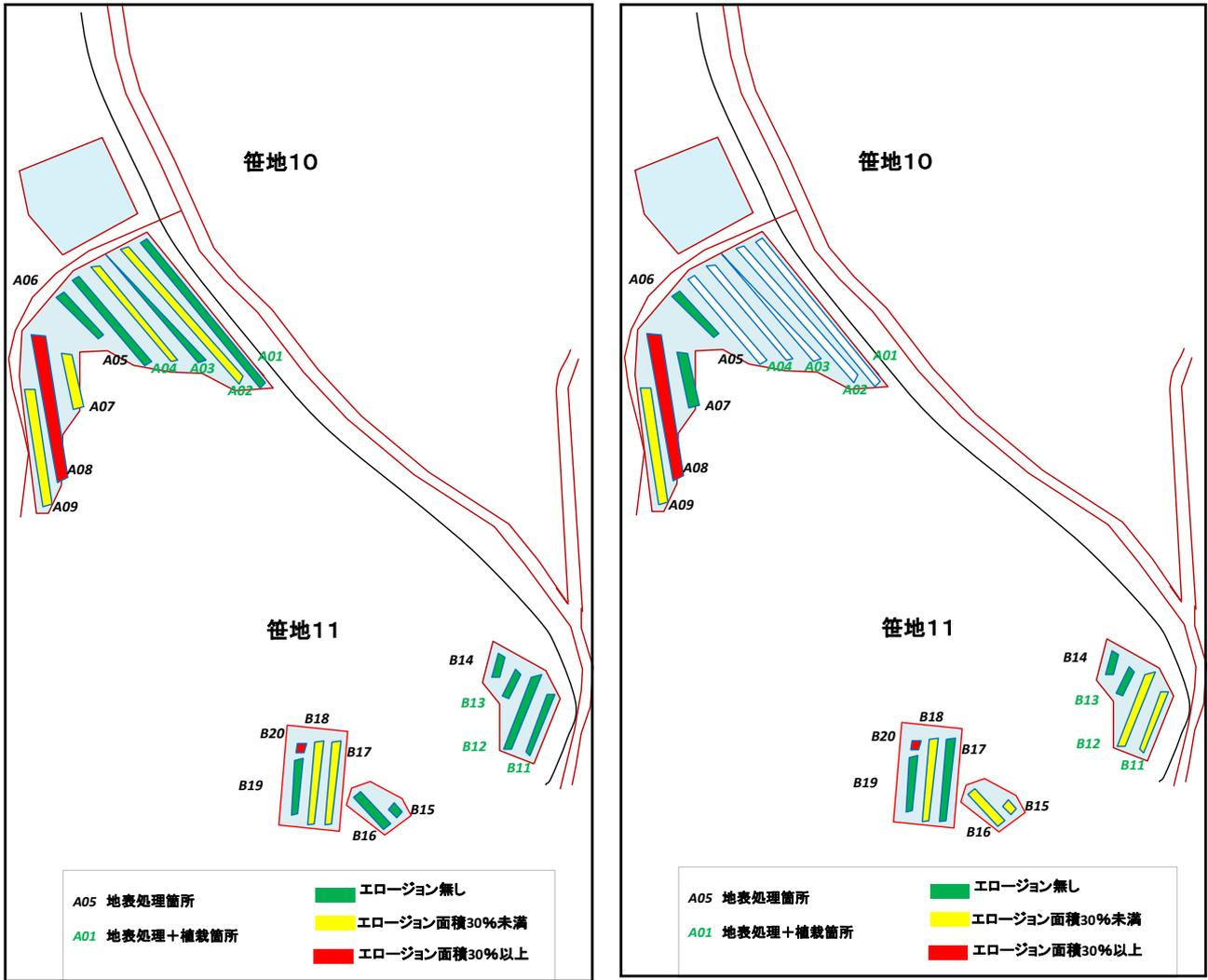


図-10 笹地10及び笹地11でのエロージョンの発生状況(左: 2013年、右: 2014年)

表-5 エロージョン発生状況総括表(笹地10及び11)

笹地10				笹地11			
改善	■ → ■	1箇所	計1箇所	改善	■ → ■	1箇所	計1箇所
悪化		0箇所	計0箇所	悪化	■ → ■	4箇所	計4箇所

調査箇所数) 笹地10: 4箇所、笹地11: 10箇所

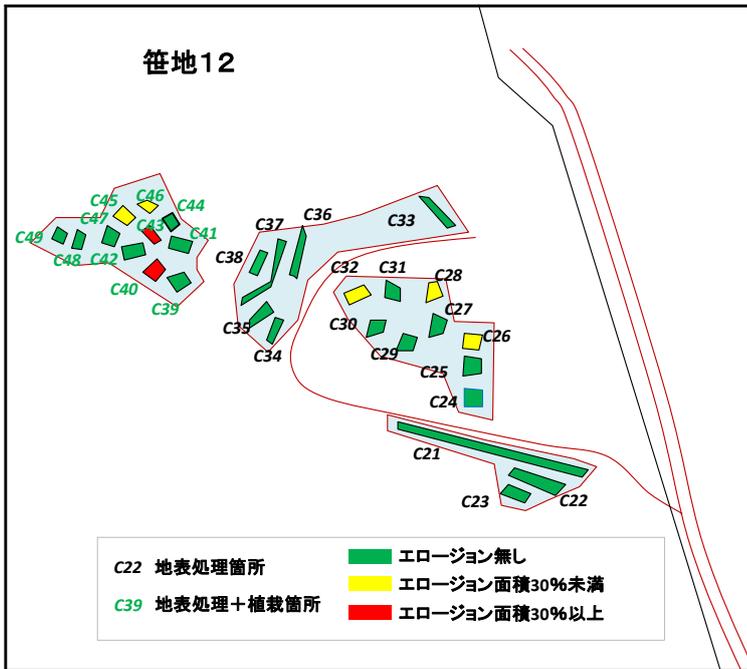


図-11
 笹地12でのエロージョンの発生状況
 (上: 2013年、下: 2014年)

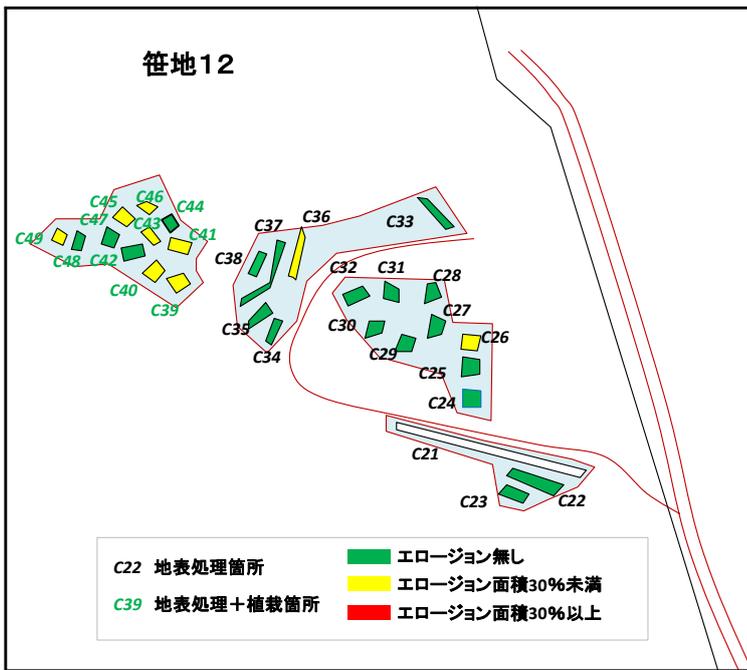


表-6 エロージョン発生状況総括表(笹地12)

改善	Red → Yellow	2箇所	計4箇所
	Yellow → Green	2箇所	
悪化	Green → Yellow	4箇所	計4箇所

調査箇所数) 29箇所

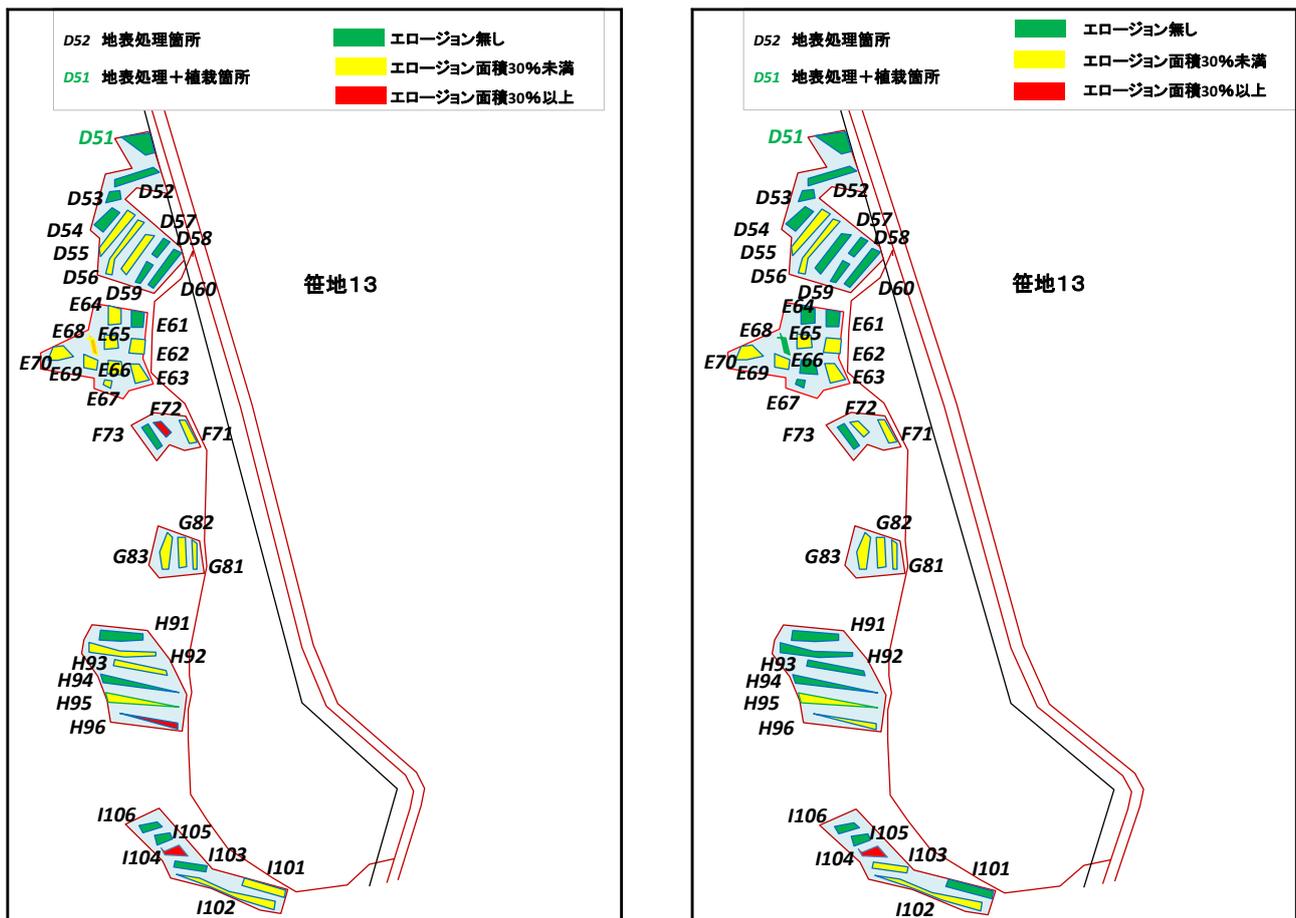


図-12 笹地13でのエロージョンの発生状況(左: 2013年、右: 2014年)

表-7 エロージョン発生状況総括表(笹地13)

改善	■ → ■	2箇所	計 10箇所
	■ → ■	8箇所	
悪化	■ → ■	1箇所	計 1箇所

調査箇所数) 38箇所

- ・全笹地のエロージョン発生箇所状況の集計結果を表-8に掲げる。全地表処理箇所数 86箇所のうち、改善が見られたのは 16箇所となった。これは植生、特にササの侵入によるものがほとんどである。一方、悪化した箇所はいずれもササが生えていない箇所で発生している。
- ・エロージョンは特にササの侵入に伴い緩和されるものと考えられるが、その侵入は極めて遅いことから、エロージョン対策のための治山的工法との組み合わせによりエロージョンの解消を図ることとする。

表-8 エロージョン発生状況総括表(全笹地合計)

改善	■ → ■	4箇所	計 16箇所
	■ → ■	12箇所	
悪化	■ → ■	5箇所	計 5箇所

調査箇所数) 81箇所

8 雷別地区における広葉樹人工林の現況調査(新規)

- ・本調査は、エゾシカによる食害、エロージョンによる流亡等によりほとんどの植栽木が枯死したため補植の必要が生じたが、適切な補植密度に関する客観的情報が必要なため、雷別地区国有林の既存の広葉樹人工林の現況調査を通じて基礎的情報を得ることとした。
- ・雷別地区国有林では広葉樹人工林はヤチダモ及びダケカンバの2樹種しか存在しない。調査では、樹種、林齢、残存本数割合、平均樹高、平均胸高直径及び立地条件を調べた(表-9、表-10)。
- ・なお、信頼性のある植栽密度及び施業に関する記録が残されていないため、前者については現況の植栽列の間隔及び列幅から推定した。また、後者は植栽の形跡が確認されなかった数カ所のヤチダモ人工林を除き、植栽後に発生した他の樹種による被圧を受けて消滅した箇所以外は比較的明確に植栽列が確認できたことから、ある程度の樹高に成長するまで保育が行われたものと考えられた。
- ・また、いずれの林小班にも伐採の痕跡が確認できなかったことから、間伐は行われなかったものと推定された。

表-9 雷別地区国有林におけるヤチダモ人工林の現況

林小班	林齢	方位	土壌	傾斜	標準地 面積	推定植栽密度	残標準地内 推定植栽本数	確認本数	残存割合	平均樹高	平均胸高直径	林地概況
294 は	62	西	B1D	緩	600 m ²	2,500 本/ ha	150 本	66 本	44%	12m	13cm	ダケカンバ優占
294 と	61	南	〃	緩	600 m ²	2,000 本/ ha	120 本	26 本	22%	13m	11cm	ミズナラ、キハダ優占
294ち1	62	南西	〃	緩	ヤチダモの植栽の形跡を確認できず。							
295い1	61	南西	〃	緩	600 m ²	4,000 本/ ha	240 本	51 本	21%	12m	10cm	ミズナラの侵入顕著
295ろ	61	南	〃	緩	ヤチダモの植栽の形跡を確認できず。							
295 は 1	63	東	〃	緩	600 m ²	2,500 本/ ha	150 本	64 本	43%	13m	13cm	ダケカンバ等と競合
295 は 2	63	東	〃	緩	ヤチダモの植栽の形跡を確認できず。							
295 は 3	63	東	〃	緩	〃							
295 は 4	63	東	〃	緩	〃							
295 と	62	北	〃	緩	600 m ²	3,000 本/ ha	180 本	31 本	17%	15m	16cm	ミズナラ、ダケカンバ優占
296 い	54	北東	〃	緩	600 m ²	2,000 本/ ha	120 本	57 本	48%	14m	12cm	ハルニレ、キハダと競合
297 ぬ	61	北	B1E	緩	600 m ²	2,500 本/ ha	150 本	19 本	13%	14m	12cm	ハルニレ、ダケカンバ優占
合計							1,110 本	314本	28%	13m	12cm	

注) B1D : 適潤性黒色度、B1E : 弱湿性黒色度

表－10 雷別地区国有林におけるダケカンバ人工林の現況

林小班	林齢	方位	土壌	傾斜	標準地 面積	推定植栽密度	残標準地内 推定植栽本数	確認本数	残存割合	平均樹高	平均胸高直径	林地概況
293 に	71	西	B1d	緩	600 m ²	1,800 本/ ha	108 本	29 本	27%	25m	17cm	植栽木の成長は良好
295 ち	71	北西	〃	緩	600 m ²	1,800 本/ ha	108 本	25 本	23%	24m	20cm	植栽木の成長は良好
合計							216 本	54 本	25%	24m	18cm	

調査箇所数が少なく、調査データは限られているが、上記の調査結果から以下のことが考察された。

(1) ヤチダモ

- ・「北海道暫定適地適木表」(山内俊枝、1948)によれば、ヤチダモの適地は、海拔高 250m 以下、谷筋～中腹、北向き以外の方位、平～緩傾斜、埴土又は壤土、深い土壌、湿潤地及び肥沃度中・肥、とされている。雷別地区国有林におけるヤチダモ人工林は、土壌型がやや湿性に欠け、方位が「不適」とされる北斜面のものもあるが、埴土に立地し、概ね本文献の適地に合致している。
- ・しかし、雷別地区国有林での生育は芳しくない。齊藤ら(1990)は、ヤチダモの樹高生長と立地について調査し、グライ層が浅いほどヤチダモの地位指数が低くなることを明らかにしたうえで、ヤチダモの生育適地について以下のとおり報告している。
 - ヤチダモの生育適地は、山腹下部、沢および平地に出現する弱湿性土壌、湿性土壌、およびグライ層が 60cm 以深に現れるグライ土壌であると考えられた。
 - しかし、このような生育適地と考えられるところでも、ヤチダモの樹高成長に対する負の要因がある。その一つとして、水位が低く C 層の土性が砂土のところでは、生育期における土壌層がかなり乾燥し、ヤチダモの樹高生長を制限する可能性が高い。
- ・本報告は、従来、ヤチダモの造林適地とされてきた立地でも、条件次第では成長が良くない場合もあることを示唆している。雷別地区国有林では、様々な植栽密度のもと、いずれも不成績な状態にある。その理由は不詳であるが、いずれの植栽密度においても生育不良であることから、少なくとも植栽密度と生育不良との関係は薄いものと考えられる。

(2) ダケカンバ

- ・僅か 2 箇林小班での調査結果ではあるが、いずれも生育は良好。
- ・推定植栽密度はいずれも 2,000 本/ha 程度と疎植である。樹種は違うが、平田ら(1996)は、近縁種のシラカンバの植栽密度試験地における成長特性を以下のとおり報告している。
 - 東京大学北海道演習林内のシラカンバ植栽密度試験地で、ha 当たり 6,000 本区、4,000 本区及び 2,000 本区の 3 試験区で、植栽後 12 年目、24 年目及び 37 年目の生存数の経年変化を調べた。いずれの試験区も、下刈りは年 2 回・4 年間実施し、除・間伐は一切行っていない。
 - その結果、植栽密度が高いほど消失が著しい傾向が見られ、37 年目での消失率は、6,000 本区で 77 %、4,000 本区で 65 %、2,000 本区で 45 % となり、生存数は 6,000 本区と 4,000

本区ではほとんど変わらず約 1,380 本／ha、2,000 本区ではやや少ない 1,106 本となった。
➤ ha 当たりの立木生存本数は低密度区で僅かに少ないが、初期の植栽密度にかかわらず、林分の個体数が一定の数値に収斂する傾向がみとめられた。

・生育条件は異なるが、本知見は、今後、カンバ類による補植を ha 当たり 2,000 本程度の比較的疎で実施する重要な参考事例と考えられる。

II 来年度の事業実施内容と調査事項

来年度は以下の項目について実施する予定。

- 1 エロージョン対策に関する調査設計(請負発注)
- 2 鹿侵入防止柵の設置(笹地11、請負発注)
- 3 広葉樹の人工植栽(笹地10及び12の鹿侵入防止柵内のエロージョンが無い区画、購入苗・コンテナ苗・山引き苗による)
※適切な新植・補植密度が決定されるまでの間、植栽はやや疎の 2,000 本／ha で実施。
- 4 地表処理区画の植生調査(地表処理区画毎の植被率・ササ被度・平均ササ稈長・苗高別稚樹本数、委託発注)
- 5 各地表処理区画におけるエロージョンの発生調査(委託発注)
- 6 エロージョン対策としての粗朶束設置の効果の検証(直営)
- 7 適切な新植・補植密度を決定するための文献調査(委託発注)
- 8 人工植栽地の成長具合の良否判定の基準設定のための文献調査(委託発注)
- 9 モニタリング調査(地表性甲虫、委託発注)

文 献

Dunne. T. and Black. R. D. An Experimental Investigation of Runoff Production in Permeable Soils,
WATER RESOURCES RESEARCH, VOL.6. NO.2, pp.478-490, APRIL. 1970

村井宏・岩崎勇作, 林地の水および土壌保水機能に関する研究(第1報) —森林状態の差異が地表
流下, 浸透および侵食に及ぼす影響—, 林試研報 Bull. Gov. For. Exp. Sta. No.274, pp.23-84,
1975

Seyfried. M. and Flerchinger. G. N., Influence of Frozen Soil on Rangeland Erosion, Soil Science Society
of America Journal, 1994

Shanley. J. B. and Chalmers. A., The effect of frozen soil on snowmelt runoff at Sleepers River, Vermont,
HYDROLOGICAL PROCESSES, *Hydrol. Process.* 13, pp.1843-1857, 1999

Flerchinger. G. N., Lehrsch. G. A. and McCool. D. K. , FREEZING AND THAWING / Processes,
Encyclopedia of Soil in the Environment, pp.104-110, Oxford, U.K., 2005

早川博, 圃場の耕耘方法の違いによる地表面流発生メカニズムの解明, 一般社団法人北海道河川財団
研究所紀要X X IV, pp.111-120, 2013

山内俊枝, トドマツ・エゾマツ実用造林学, 養賢社, 1948

齊藤満・江州克弘・寺沢和彦・薄井五郎, ヤチダモの樹高生長と土壌の水分環境, 日林北支論38, 104
-106, 1990

平田雅和・宍戸憲治・山本博一・岡村行治・浅間雅子・高橋康夫・河原漠, シラカンバ植栽密度試験地
における成長特性, 日林北支論44, pp.83-85, 1996

雷別地区自然再生事業の実施状況

林野庁北海道森林管理局
釧路湿原森林ふれあい推進センター

I 今年度の事業実施事項と調査事項

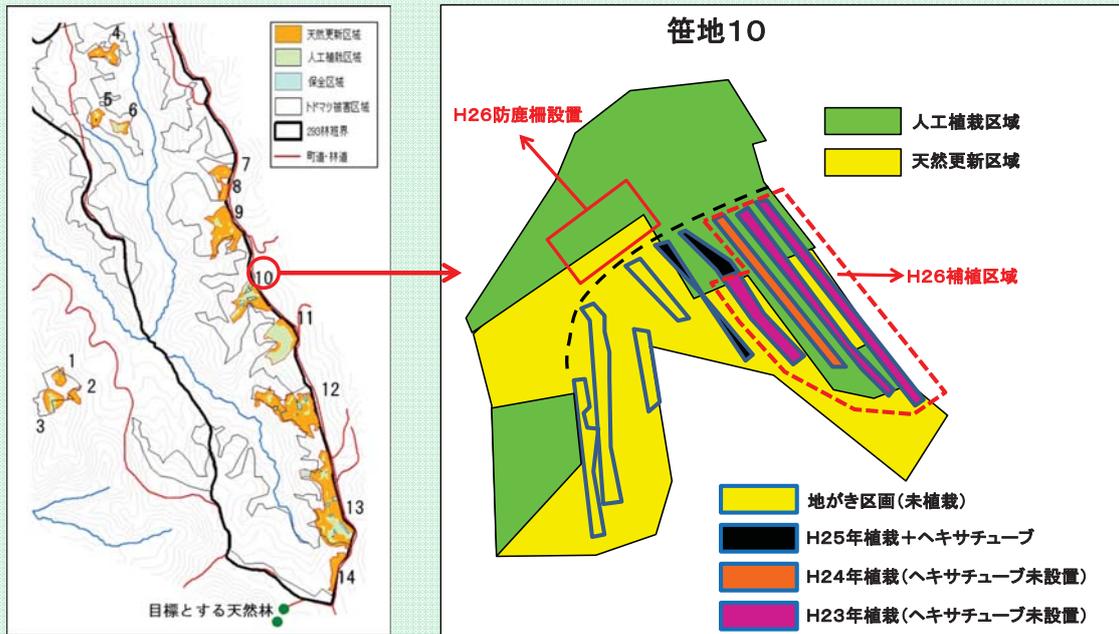
事業実施事項

- 1 人工植栽区画での補植・ツリーシェルター被覆(笹地10)
- 2 天然更新区画における人工植栽(笹地12)
- 3 鹿侵入防止柵の設置(笹地10及び12)
- 4 エロージョン対策の試験的实施(笹地10)

調査事項

- 5 エロージョン発生メカニズムの推定(継続)
- 6 各笹地(地表処理区画内)における植被率及びササ被度(継続)
- 7 各地表処理区画におけるエロージョンの発生状況(継続)
- 8 雷別地区における広葉樹人工林の現況(新規)

1 人工植栽区画での補植・ツリーシェルター被覆(笹地10)

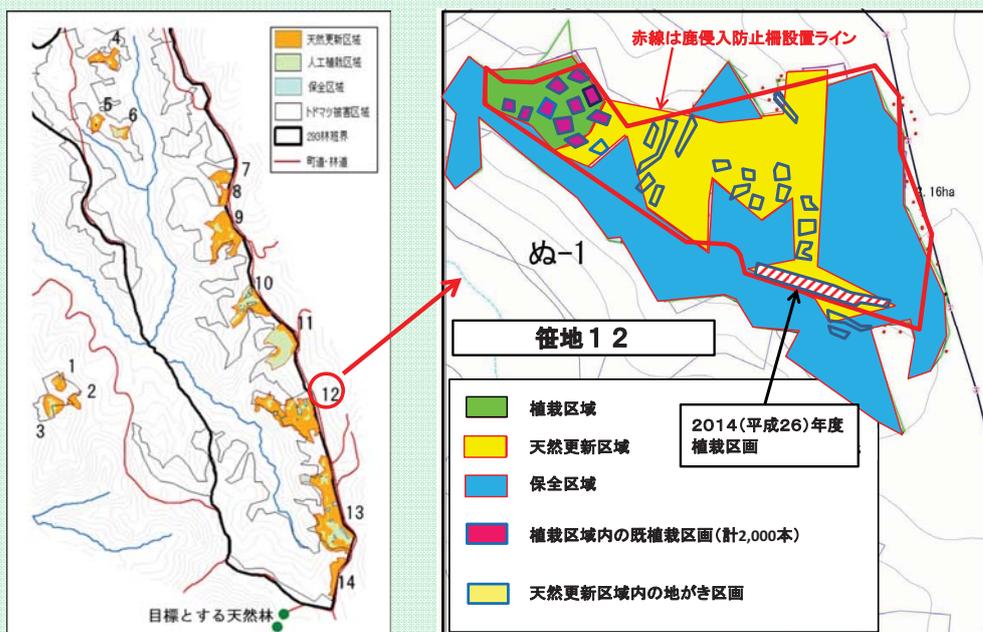


補植密度: $200本 \div 0.14ha = 1,428本/ha$

植栽樹種: ハルニレ100本、ヤチダモ100本(すべて購入苗)

ツリーシェルター: ハイトカルチャー社製1.8m(一部1.4m)

2 天然更新区画における人工植栽(笹地12)



植栽密度: $152本 \div 0.06ha = 2,533本/ha$

植栽樹種: ヤチダモ、ハルニレ等のコンテナ苗133本、山引き苗19本(ケヤマハンノキ)

※コンテナ苗は成長の止まりつつある20~30cm程度の苗も山出した。

3 鹿侵入防止柵の設置(笹地10及び笹地12)

笹地全域の森林再生という目標、これまでのツリーシェルターに関する経験から、下記の赤字の長所・短所に注目し、エゾシカ食害対策をツリーシェルターから鹿侵入防止柵に変更。

・ツリーシェルターの長所と短所

- 長所 ①設置が容易
②植栽面積が小さい場合、植栽木1当たりの設置単価が安い
- 短所 ①メンテナンスに手間(地表処理区画では容易に転倒)
②植栽木のみ保護
③植栽面積広い場合、植栽木1当たりの設置単価が高い



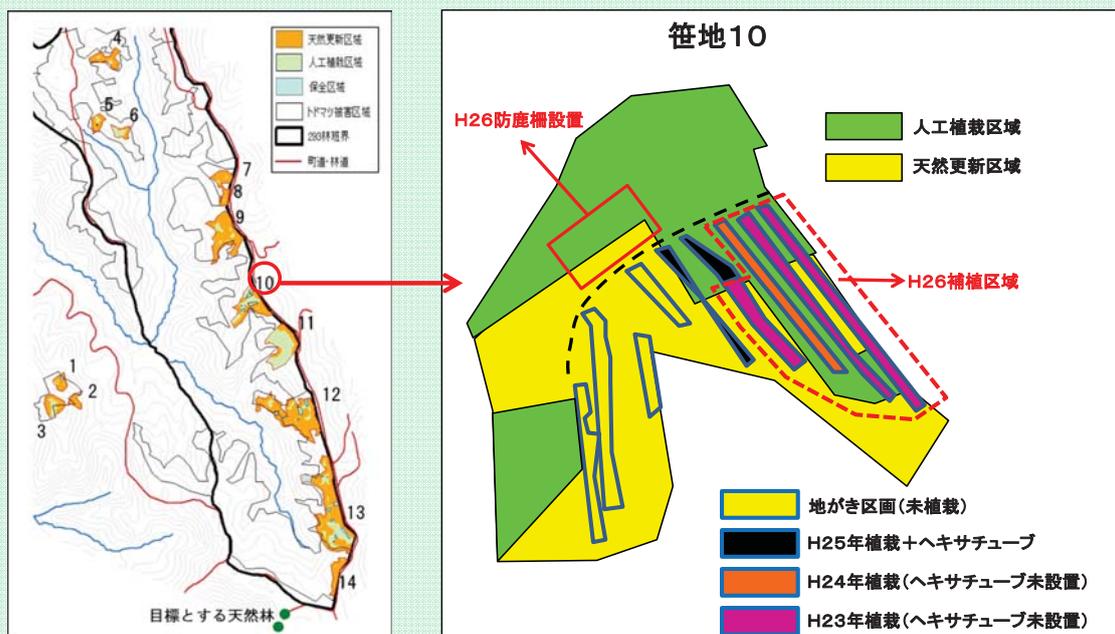
シェルターの転倒

・鹿侵入防止柵の長所と短所

- 長所 ①植栽木のほか笹地全域の保護が可能
②(製品によるが)設置が容易
③植栽面積が広い場合、植栽木1当たりの設置単価が安い
- 短所 ①メンテナンスに手間(倒木により損傷→シカの餌場に)
②植栽面積狭い場合、植栽木1当たりの設置単価が高い

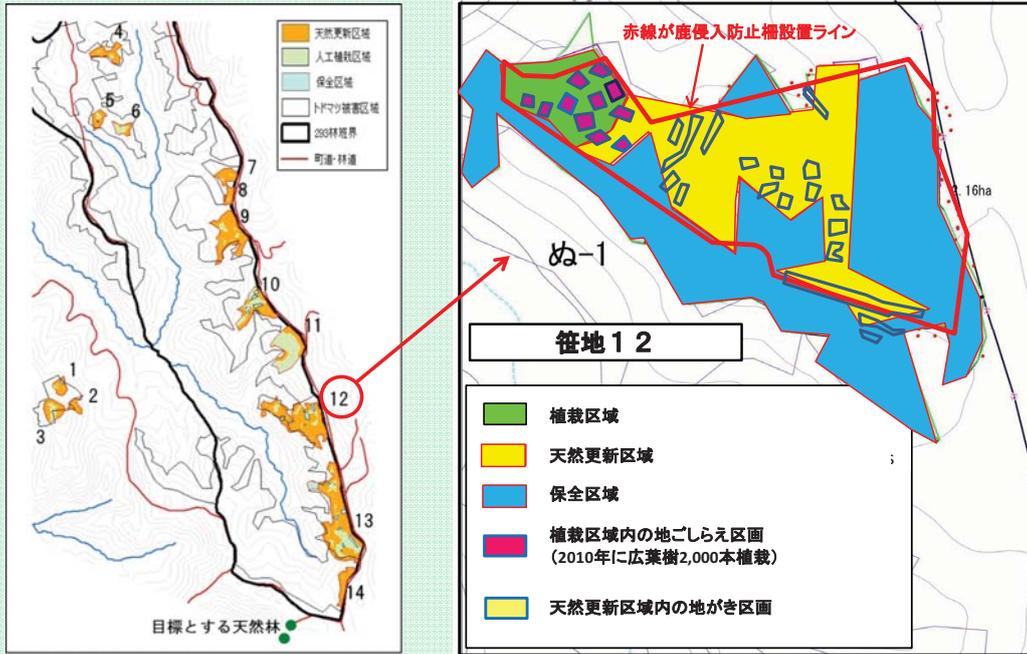
3 鹿侵入防止柵の設置(笹地10及び笹地12)

①笹地10



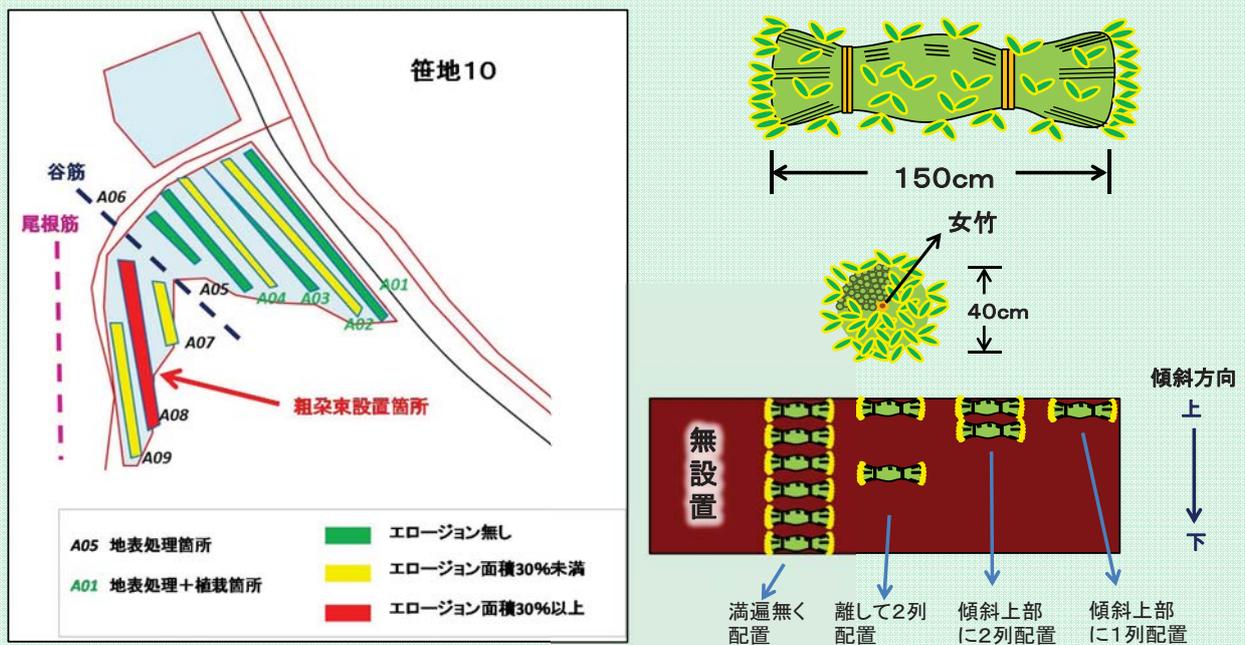
設置延長:100m。人工数:10人・日。製品単価:約1,800円/m
ボランティアの協力により設置。

②笹地12



設置延長: 1, 100m。 設置単価: 約3, 000円/m。
急傾斜地、立木密生地等の施工困難地を避けて設置。

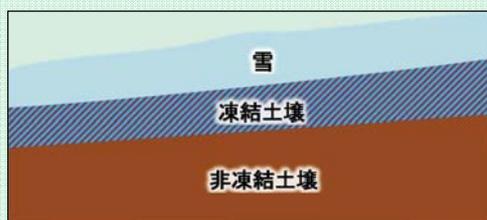
4 エロージョン対策の試験的実施(笹地10)



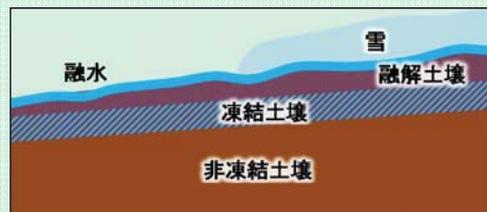
- ・笹の粗朶束を設置した区画はエロージョンの面積が30%以上の区画。
- ・区画は尾根筋から谷筋に向かって緩やかに傾斜。
- ・粗朶束を約20cm埋め、様々な設置方法で効果を検証することに。

5 エロージョン発生メカニズムの推定

- ・非積雪期の降雨の激しい時、表流水は一切観察されなかった。
- ・春先、積雪が融解し、凍結土壌も表層からの融解するが、一部が融解せずに残り、表土の浸透能が著しく低下することにより発生するものと推定された。



- ・雷別地区では12月から土壤凍結が開始
 - ・2月下旬～3月上旬にその深さが最大
(数cm～30cm)
 - ・土壤凍結は北向き斜面で深くなる傾向
- ※2007年及び2008年の調査結果から



- ・春先、積雪が徐々に融解し、融水となる。
- ・凍結土壌は表層から融解するが一度にすべて融けない。土壤の浸透能が著しく低下し、エロージョンの原因となる。
- ・この時の降雨の影響が大きい。



- ・5月上旬に表土が安定し、表面にエロージョンの痕跡が残る。

5 エロージョン発生メカニズムの推定

- ・村井・岩崎(1975)は地帯区別の浸透能(最終浸透レート)を報告。エロージョンの発生した地表処理区画は同報告の「伐採跡地・重度かく乱」に近く、その浸透能は49.6mm/hr。
- ・雷別地区最寄りのアメダス観測地点のデータでは、地表処理実施後からエロージョンが確認された2009年～2012年の最大時間降水量は、19.0mm/hr。2013年9月16日午後1時～午後10時に総雨量127.5mmを観測(時間最大降水量34.0mm/hr)。その前後で地表の形状に変化は観察されなかった。
- ・早川(2013)は、圃場に設置した試験地で土壤凍結が発生し、融雪期に地表面を流下したガリ侵食を確認。融雪期に降雨を伴った場合、耕起しただけの表層は部分的に凍結した部分と一部融解して飽和状態にある部分が混在しているのを確認。夏季の流出過程と異なる地表面流の発生機構としている。
- ・Seyfried, M. and Flerechinger, G. N.(1994)は、凍結土壌が浸透能を著しく減少させ、凍結土壌の表層が融ける時にエロージョンが発生しやすいこと、このような条件下では降水が無くても流出やエロージョンが発生する可能性がある」と報告。
- ・Shanley and Calmers(1999)は、Sleeper River(Vermont, U.S)で土壤凍結の融解による表流水の発生を確認。流出量は、凍土の存在により無凍結状態と比較して降雨に対して大きく、かつ、素早く反応したと報告。

- Flerchinger. G. N., Lehrsch. G. and McCool. D.(2013)は、凍結土壌上の降雨や融雪水は著しい流出やエロージョンの主たる原因となること、土壌が凍結すると氷が空隙を塞ぎ、土壌の浸透能を著しく減少させることを報告。
- 雷別最寄りのアメダス観測地点のデータでは、2011年4月23日午前10時～24日午前8時に総降水量73.5mmを、2012年4月3日午後2時～4日午前5時に総降水量53.5mmを観測。この時に地表処理区画で激しいエロージョンが発生した可能性が高いものと推定される。

5 エロージョン発生メカニズムの推定

緩傾斜地におけるエロージョンの痕跡

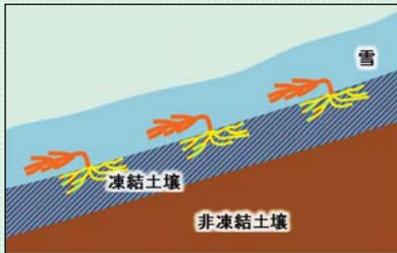


流路の痕

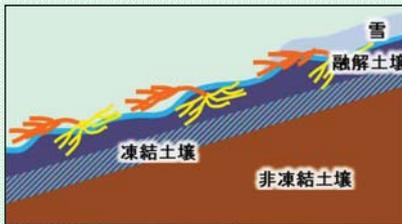


面的に洗われた痕

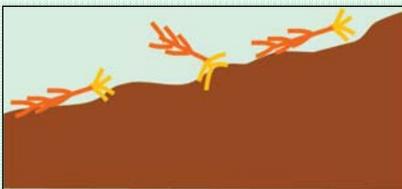
- 一方、急傾斜地ではエロージョン発生の仕組みは同じであるが、融雪水の流下速度が速く、融解土壌が緩傾斜地よりも著しく削られ、あるいは洗われたものと推定された。



- ・土壌凍結の発生と積雪



- ・融解した土壌の下に凍結土壌が残る。
- ・融雪水の流下速度はより速く、表土が著しく削られ、あるいは洗われる。
- ・降雨による影響も緩傾斜地よりも大きいものと考えられる



- ・その結果、植栽木に抜けや傾きが発生

急傾斜地におけるエロージョンの痕跡

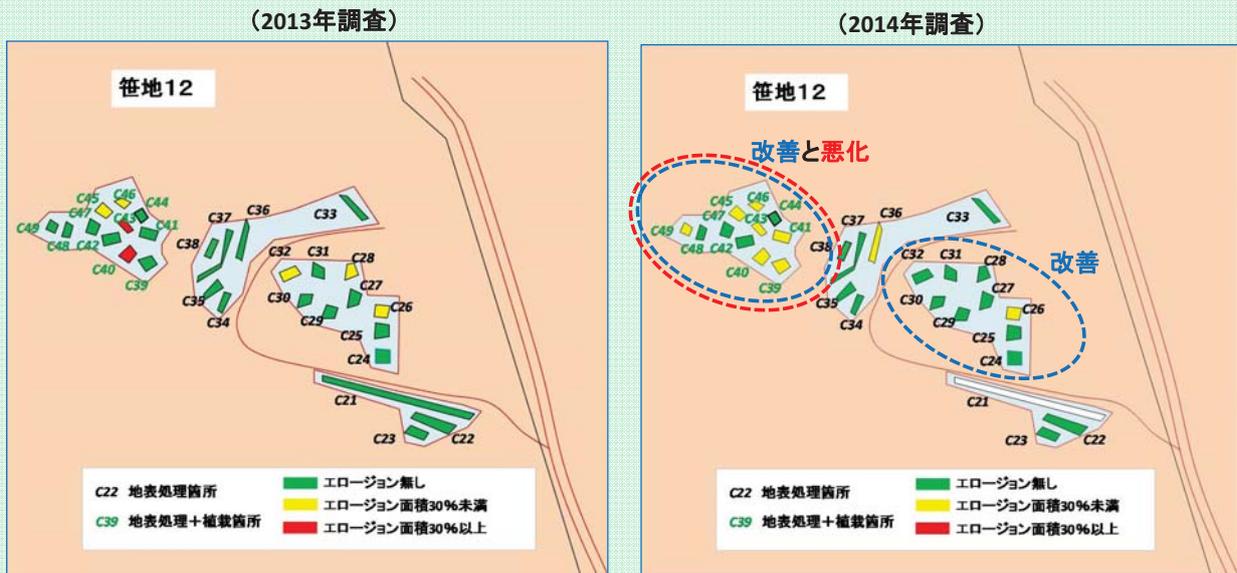


斜面に残された凸凹

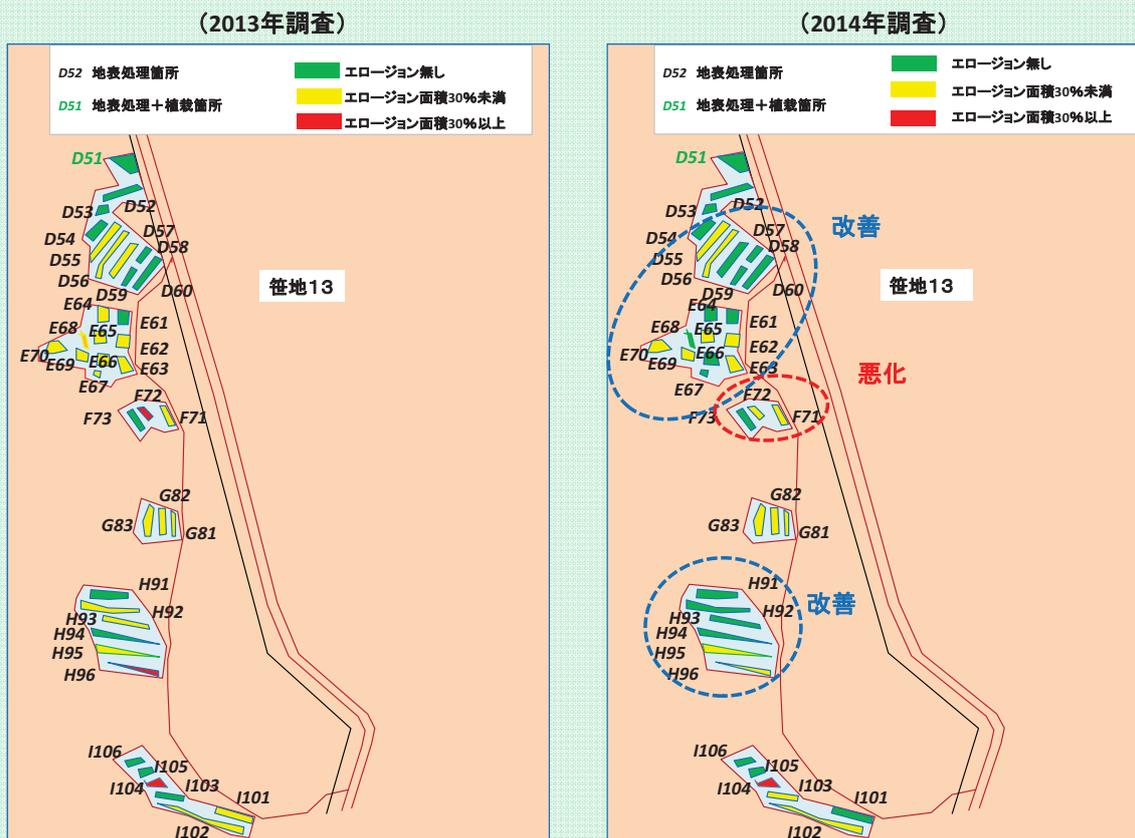


激しく融水に流されると凸凹も不明瞭に

笹地12(2014年植栽箇所は調査から除外)



笹地13



総括表(調査箇所数81区画)

改善	 → 	4箇所	計16箇所
	 → 	12箇所	
悪化	 → 	5箇所	計 5箇所

-  エロージョン無し
-  エロージョン面積30%未満
-  エロージョン面積30%以上

- ・植被率、特にササ被度の上昇に伴いエロージョンが改善した箇所が多い。
- ・しかし、悪化した区画もあり、必ずしもエロージョンが改善傾向にあるとは言えない。

8 雷別地区における広葉樹人工林の現況調査

- ・適正な補植密度に関する基礎的情報を得るため、植栽密度を推定し、現況と対比。
- ・雷別地区国有林には、ヤチダモ及びダケカンバの人工林のみ存在。

ヤチダモ人工林の調査結果

林小班	林齢	方位	土壌	傾斜	推定植栽密度	残存割合	平均樹高	平均胸高直径	林地概況
294は	62	西	BlD	緩	2,500本/ha	44%	12m	13cm	ダケカンバ優占
294と	61	南	〃	〃	2,000本/ha	22%	13m	11cm	ミズナラ、キハダ優占
295い1	61	南西	〃	〃	4,000本/ha	21%	12m	10cm	ミズナラ侵入顕著
295は1	63	東	〃	〃	2,500本/ha	43%	13m	13cm	ダケカンバ等と競合
295と	62	北	〃	〃	3,000本/ha	17%	15m	16cm	ミズナラ等優占
296い	54	北東	〃	〃	2,000本/ha	48%	14m	12cm	ハルニレ等と競合
297ぬ	61	北	BlE	〃	2,500本/ha	13%	14m	12cm	ハルニレ等優占
合計						28%	13m	12cm	

注1)標準地面積はいずれも600㎡

注2)「推定植栽密度」は、植栽列幅及び植栽間隔から推定した。

注3)上記のほか、294ち1、295ろ、295は2～4の5箇林小班もヤチダモ人工林とされているが、植栽の形跡は確認できなかった。

注4)BlD：適潤性黒色土、BlE：弱湿性黒色土

ダケカンバ人工林の調査結果

林小班	林齢	方位	土壌	傾斜	推定植栽密度	残存割合	平均樹高	平均胸高直径	林地概況
293に	71	西	Bld	緩	1,800本/ha	27%	25m	17cm	植栽木の成長は良好
295ち	71	北西	〃	〃	1,800本/ha	23%	24m	20cm	〃
合計				〃		25%	24m	18cm	

注1) 標準地面積はいずれも600㎡

注2) 「推定植栽密度」は、植栽列幅及び植栽間隔から推定した。

注3) BID：適潤性黒色土

考 察

1 ヤチダモ

- 調査箇所は、いずれも植栽列が比較的明確に残っていることから適切に下刈りが行われたこと、伐痕がないことから間伐履歴が無いものと推定された。
- 立地条件は、いずれも「北海道暫定適地適木表」(山内俊枝、1948)で「適地」とされている箇所。
- 齊藤ら(北海道立林業試験場)は、グライ層に着目し、ヤチダモはグライ層が浅いほど地位指数が低く、適地はグライ層が60cm以深の箇所であるが、このような適地でも負の要因の一つとして水位が低く、c層が砂土である場合を指摘(「ヤチダモの樹高生長と土壌の水分環境」、日林北支論38、1990)。
- 雷別地区国有林のヤチダモ林は、総じて生育不良であり、今後、他の樹種によって被圧され、残存率はさらに低くなることは確実である。その理由は不詳であるが、何らかの阻害要因があるものと推測される。雷別地区国有林においては、ヤチダモの植栽は控えた方が手堅い選択と考えられる。

考 察

2 ダケカンバ

- 調査箇所は、いずれも植栽列が明確に残っている箇所があることから適切に下刈りが行われたこと、伐痕がないことから間伐履歴が無いものと推定された。
- 平田ら(東京大学北海道演習林)は、近縁種のシラカンバについて、植栽密度試験地でha当たり6,000本区、4,000本区、2,000本区の37年目の調査を実施。いずれも無間伐で、植栽密度が高いほど消失が著しく、生存数は、6,000本区及び4,000本区でともに約1,380本/ha、2,000本区で1,106本となり、初期の植栽密度にかかわらず、林分の個体数が一定の数値に収斂する傾向が認められたと報告(「シラカンバ植栽密度試験地における成長特性」、日林北支論44、1996)
- 雷別地区国有林のダケカンバ林は、約1,800本/haで植栽され、生育良好であることも踏まえて、カンバ類の植栽はha当たり2,000本が適切と考えられる。

II 来年度の事業実施事項と調査事項

事業実施事項

- 1 エロージョン対策に関する調査設計(請負発注)
- 2 鹿侵入防止柵の設置(笹地11、請負発注)
- 3 広葉樹の人工植栽(鹿侵入防止柵設置箇所内、直営)

調査事項

- 4 各笹地(地表処理区画内)における植被率及びササ被度(委託発注)
- 5 各地表処理区画におけるエロージョンの発生状況(委託発注)
- 6 エロージョン対策としての粗朶束の設置効果の検証(直営)
- 7 適切な新植・補植密度に関する文献調査(樹種別、委託発注)
- 8 人工植栽地の成長の良否判定の基準の設定のための調査(委託発注)
- 9 モニタリング調査(地表性甲虫、委託発注)