

[短報]

土壌流亡の緩和手法と河畔林の緩衝機能評価

長谷川昇司*¹ 山田 雅彦*² 草野 恭文*¹

土壌流亡は圃場での作業機械による踏圧履歴が多いほど増加したが、心土破碎・畦間サブソイラー等による流亡抑制効果を認め、また秋にプラウによる溝切りを行うことで、融雪期のガリーによる土壌流亡量の大幅な減少効果を確認した。また圃場で発生した地表流が河川に流入する手前で林帯を通過する場合には、林帯による大きな濾過能力が確認できた。

緒 言

土壌流亡は営農上多大な損害を与えるのみならず、水系への負荷など生態系に対する影響も問題となっている。このような視点から、河畔環境の再生に関する研究を道立林業試験場・道立水産孵化場と、共同で行ってきた。この中で、農業試験場が担当する試験の目的は、畑作丘陵地帯における土壌流亡を圃場において緩和する手法を確立し、河畔林等の林帯による流亡緩和の機能を明らかにすることである。

試験方法

1. 作業機械の踏圧が土壌流亡におよぼす影響

作業機械の踏圧が土壌流亡におよぼす影響を確認するため、トラクターの踏圧履歴別の堅密度調査を由仁町古山の小豆圃場で行った。踏圧履歴は踏圧なし、踏圧あり(踏圧中程度)、トラムライン(防除通路、踏圧大)に区分した。

2. 作付け期における心土破碎等の施工による侵食緩和効果

上と同じ圃場において、畦間サブソイラーや心土破碎等、営農的手法により土壌踏圧を改善し、土壌流亡の緩和効果を調査した。まず秋播き小麦の刈り後を全面ロータリー耕起して残さ鋤き込みを行った後縦畝を立て、その後畦間サブソイラー機・心土破碎機による土壌踏圧改善処理を行い、ロータリー区(対照区)との土壌流亡量の比較を行った。

3. 融雪期におけるプラウ溝切りによるガリー侵食緩和効果

京極町川西地区で、降雪前に数十mピッチにプラウに

よる溝切りを行い、こまめに側溝に導くことにより、ガリーの発生を抑制していた圃場において、溝切りの有無による土壌侵食量の違いを調査した。

4. 降雨時における林帯の緩衝効果

貫気別川流域の留寿都村三豊(図1)で、圃場からの地表流が流入する林帯の上下流に堰を設け、その林帯内での緩衝効果を検証した。なお林床はササである。

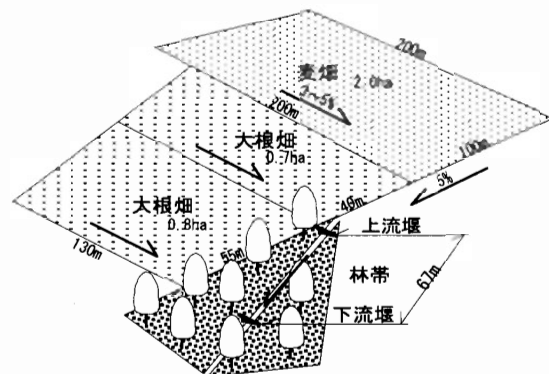


図1 試験地概要図

5. 融雪期における林帯の緩衝効果

留寿都村の同じ圃場で融雪期の林帯の機能調査を行った。この林帯上流圃場は裸地であったが、そこから流下してきた融雪水は澄んだ水であったため、圃場から自然に流下してきた地表流を人工的に濁水化して、林帯の機能評価を行った。堰に流下する融雪水量は、あくまで自然の融雪水量のままである。

試験結果及び考察

1. 作業機械の踏圧が土壌流亡におよぼす影響

山中式硬度計による、畝間土壌断面の堅密度調査の結果では、トラクターの踏圧履歴が多いほど、耕盤層以下の土層までより強く締め固まっているのが確認された(図2)。この踏圧が地下浸透能に影響して地表流が増加し、土壌流亡を促進するものと考えられる。

1999年6月23日受理

*¹ 北海道立中央農業試験場, 069-1395 夕張郡長沼町

*² 同上(現;日高支庁管理課, 057-8558 浦河郡)

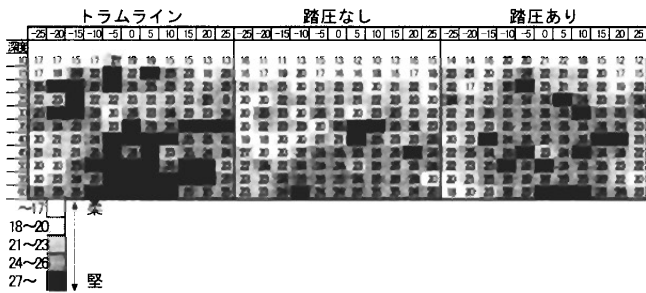


図2 小豆圃場畝間の土壌硬度の分布 (山中式硬度計指標硬度mm)

そこでシリンダーインタープレート試験を同じ箇所で行ったところ、踏圧なし区、踏圧あり区と比較して、トラムライン区の浸透能が極端に低下していた(図3)。

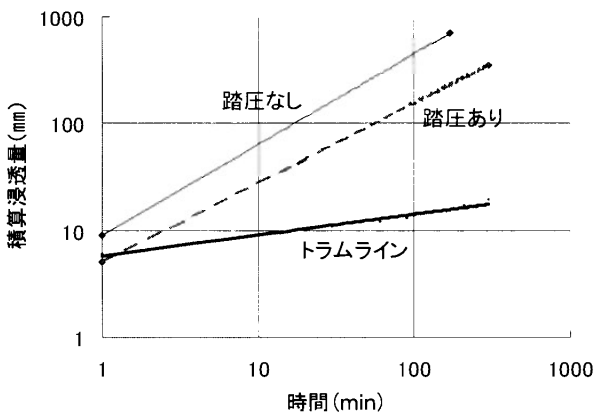


図3 畑土壌の浸透能

またこの縦畝栽培の圃場の畝間に流下する土壌流亡量を測定したところ、踏圧の程度によって流亡量が影響を受けていることがわかった(図4)。さらに、降雨強度と発生した土壌流亡量との関係を見ると、踏圧履歴の違いによって、土壌流亡量の発生量・グラフの傾きが違い、降雨強度が違っていてもおおむね一定の比率であった(図4)。

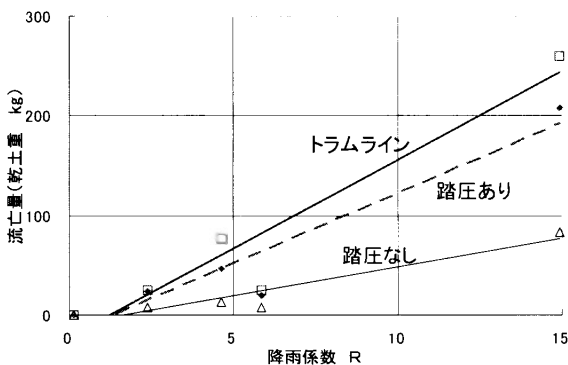


図4 降雨強度の違いによる踏圧履歴と土壌流亡量の関係

2. 作付け期における心土破碎等の施工による侵食緩和効果

畦間サブソイラー・心土破碎処理後の圃場の土壌硬度を土壌硬度貫入計で測定したところ、畦間サブソイラー区、心土破碎区はともに、ロータリー耕起のみの対照区と比較して、耕盤層以下の土壌硬度が低下した(図5)。

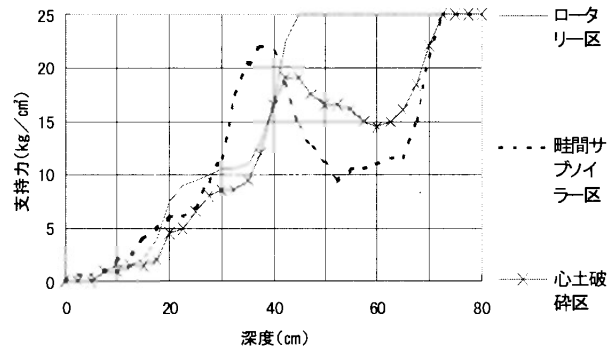


図5 各試験区での施工直後の土壌支持力

ただし畦間サブソイラー区は施工後数回の降雨後の調査において、土壌硬度が対照区と同程度に増加し、効果の持続性は心土破碎に比べて劣った。圃場で発生した侵食土量の比較でも、施工直後には畦間サブソイラー区、心土破碎区ともに大幅に減少することが確認されたが、心土破碎区は施工後の積雪期間を挟み長期間にわたって土壌流亡緩和効果が認められるのに対し、畦間サブソイラー区は効果の持続性があまりなかった(図6)。

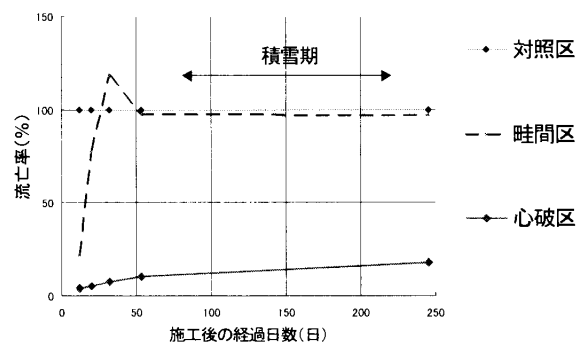


図6 対照区を100とした場合の、各試験区の流亡率の経時変化

畦間サブソイラーでは長期の緩和効果は期待できないが、作付け期間中も頻りに施工することができる。一方、心土破碎では持続期間こそ長い、施工後に頻りに作業機械が走ると、その効果の持続はあまり期待できず、また作付け後には施工出来ない。そのため、作付け前の心土破碎と作付け後の畦間サブソイラーを併用することで、圃場の透水性を維持できるとと思われる。

なお、由仁のこの圃場では、秋に心土破碎を行うことで、春先の融雪期まで十分土壌侵食緩和効果が持続していた。

3. 融雪期におけるプラウ溝切りによるガリー侵食緩和効果

隣接した溝なし圃場と面積当たりの土壌流出量を比較してみると、傾斜・圃場長等の圃場条件はほぼ同じであったが、溝切りにより土壌流出量を2桁も減少させることができた(表1)。

表1 溝無し圃場と溝切り圃場の面積当たり土壌流出量の比較

| | 面積当たり土壌流出量 (kg/m ²) |
|--------------|---------------------------------|
| 溝無し圃場 (凹凸なし) | 0.198 |
| 溝無し圃場 (凹状) | 0.818 |
| 溝切り圃場 | 0.003 |

これは溝切りにより、圃場縦断方向の斜面長における溝の分断によるガリー・リルの抑制効果もあるが、勾配の緩い溝に流れ込んだ表土がそこに堆積する効果も大きく、溝に堆積した面積当たりの土量とほぼ同程度であった(表2)。しかし、畑から流亡した土量の99%以上を溝で捕捉したことから、溝の堆積効果が非常に大きいことが判明した。

表2 溝に堆積した面積当たりの土砂重量

| | 面積当たり流亡土重 (kg/m ²) |
|-------|--------------------------------|
| 溝堆積土量 | 0.882 |

また溝勾配は圃場の浸透能、溝1本当たりの集水面積等により異なるが、周辺の踏査や農家への聞き取りからおおむね0.5~1%程度が適当と思われる。

4. 降雨時における林帯の緩衝効果

4-1) 降雨時の降雨量と林帯の浸透量について

図7に'98 9/16の降雨による降雨量と上下流堰流量を示した。降雨初期の弱い雨量強度では地下浸透により下流堰流量が上流堰より少ないが、降雨後期に雨量強度が上昇するにつれ、両者間の違いはほとんどなくなり、林帯での浸透量が減少していた。

4-2) 降雨時の降雨量と林帯の懸濁物質濃度(SS)

次に、堰に流入した地表流の懸濁物質濃度(SS)を見ると、上流堰に流下した地表水のSSは初期には極めて高かったが、その後は雨量強度に影響されることなく推移した。下流堰(林帯通過後)のSSはあまり増減をすることなく推移し、この上流とのSSの差が、林帯により

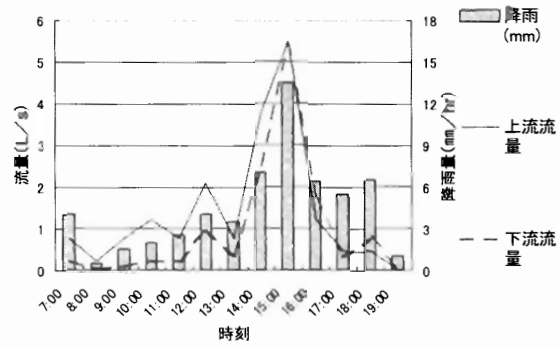


図7 降雨量と上下流堰流量との関係(9/16)

植生濾過されたものと考えられる(図8)。

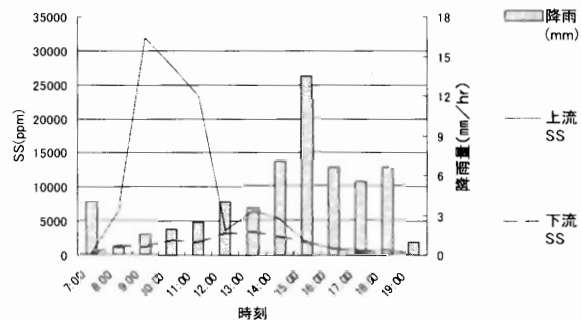


図8 降雨量とSSとの関係(9/16)

4-3) 降雨時の降雨量と林帯の土砂濾過量

堰に流下した地表流の流量×SS濃度が流下した土砂量となる。地表流量もSS濃度も降雨初期に高く、後期には少ないため、土砂量もそのような傾向を示した(図9)。

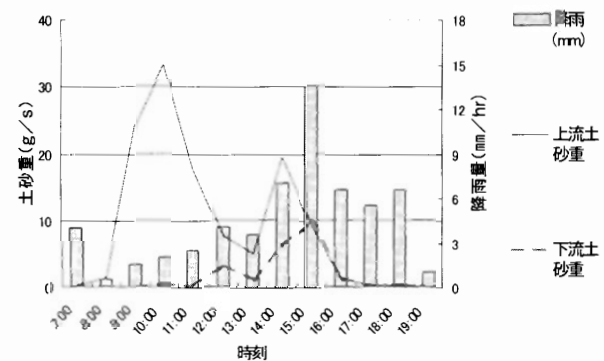


図9 降雨量と上下流堰流下土砂量との関係

4-4) 降雨時の林帯の土砂濾過効果

濁水が林帯を流下する間に濾過(捕捉)された土砂量に影響を及ぼす要因について、地下浸透による浸透濾過(濾材濾過)と、懸濁物質が表面に捕捉される植生濾過

(ケーク濾過)に分けて検討した。

林帯への負荷量が緩衝限界以上となれば濾過重は頭打ちになると推測されるが、今回程度の負荷量では頭打ちは確認されず、緩衝限界に達していなかった。

この日の調査結果では、植生濾過が浸透濾過とおおむね同等か、やや上回る値を示し、浸透濾過・植生濾過の双方が、林帯における土砂濾過に大きな役割を示していた(図10)。

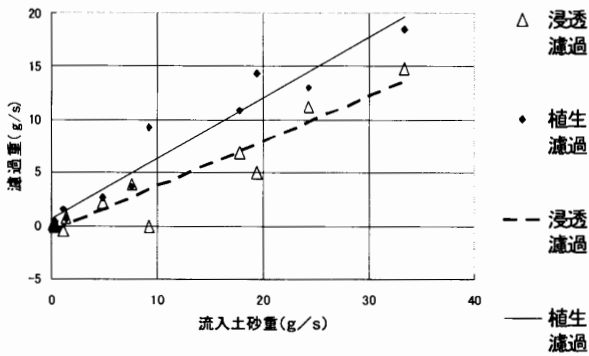


図10 林帯流入土砂重と、林帯による浸透濾過重・植生濾過重との関係

次に濾過率に影響する要因について検討する。林帯での濾過重は、林帯への流入土砂重と正の相関を示していたが、濾過率に関しては無相関であった。

しかし、横軸に林帯への流入流量を取った場合は、ばらつきが大きいながらも、流入水量が増えたと林帯による土砂濾過率は低くなる傾向を示した(図11)。

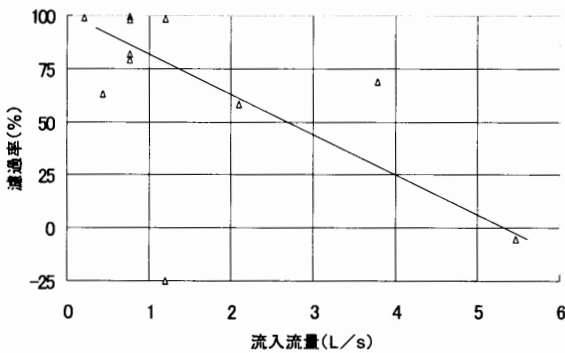


図11 林帯流入流量と濾過率との関係

5. 融雪期における林帯の緩衝効果

5-1) 融雪期における林帯の浸透量について

上流堰流量と下流堰流量の流量差が、林帯を約67m流下する間に浸透した浸透水量となる。浸透水量は常に一定になると予想したが、今回の調査では、流量が大きいほど浸透量が多く、流量が少ないときは浸透量も少なかった(図12)。

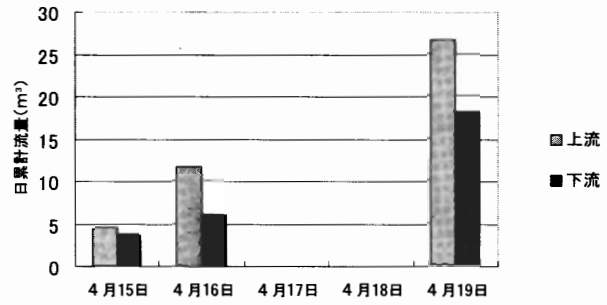


図12 上下流堰の日累計流量の日比較

5-2) 融雪期における林帯の土砂濾過量

林帯への流入土砂量(流入流量×SS濃度)では、粒径の荒い粗砂・細砂に比べ、細粒土(粘土・シルト)ほど、より長い緩衝距離が必要であった。

また流入量の少ない調査初日は林帯が高い濾過効果を見せていたが、2日目・3日目と流入量が増加するにつれて、その濾過効果が減少していった(図13~図15)。

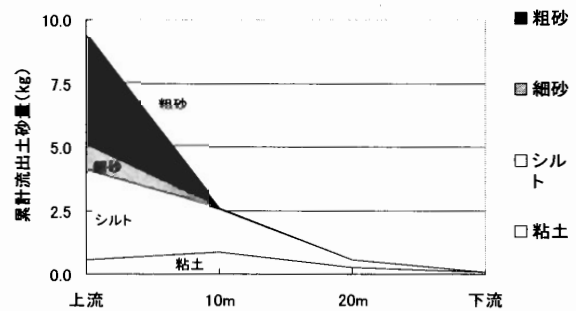


図13 流入土砂量の粒径別日累計(4/15)

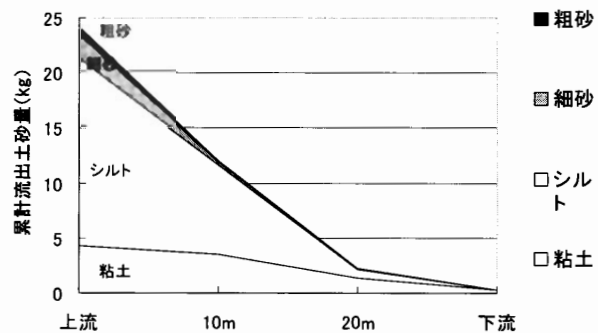


図14 流入土砂量の粒径別日累計(4/16)

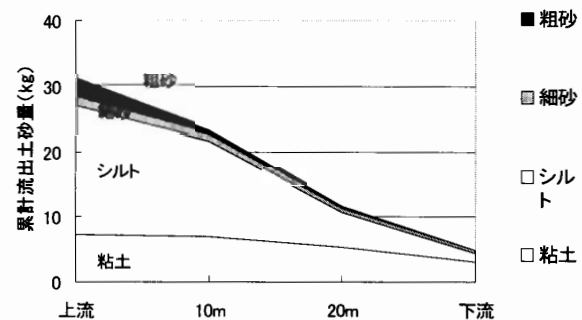


図15 流入土砂量の粒径別日累計(4/19)

5-3) 融雪期における林帯の土砂濾過効果

林床での濁水濾過土砂量を地下浸透による浸透濾過（濾材濾過）と、懸濁物質が植生表面に捕捉され水だけが排出される植生濾過（ケーキ濾過）に区分けして図16に示した。

この図から、融雪期での濾過に寄与する要因としては、植生濾過が大きな役割を示していたが、負荷が増大するに従い、浸透濾過量は共に徐々に増えていた。

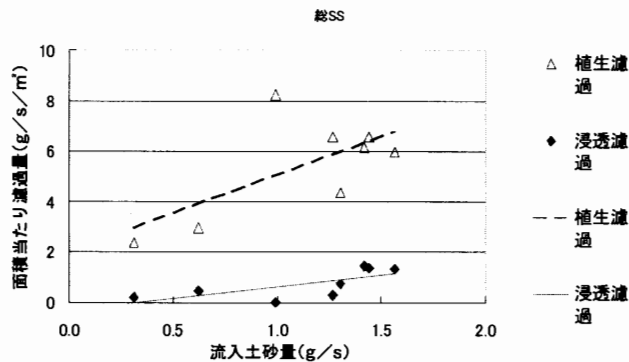


図16 林帯での浸透濾過重と植生濾過重との関係（総SS）

ただし、より細粒な粘土分限定して見ると浸透濾過の占める割合が総SSに比べて高く、浸透濾過の影響が大きかったため、粗粒な土砂は植生濾過に、また細粒な土砂は浸透濾過に、より影響を受けることが判明した（図17）。

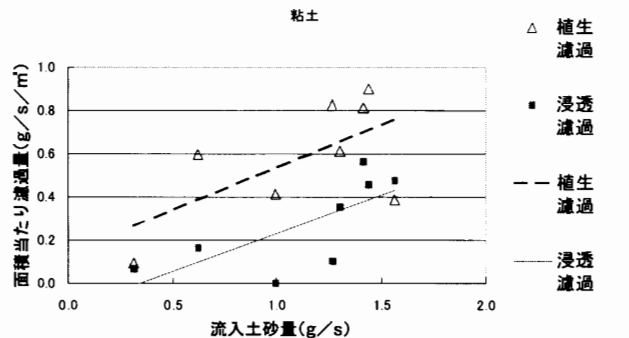


図17 林帯での浸透濾過重と植生濾過重との関係（粘土）

次に土砂濾過率を林帯に流入した土砂量・流量と比較した結果、濾過率は流入土砂量にはあまり影響されなかったが、林帯流入流量と濾過率の間には相関が確認されたため、林帯での緩衝効果は、そこに流入する土砂量よりも、流入する流量の方に大きく影響されるものと考えられる（図18）。

そしてこの傾向は、先に示した降雨時における林帯の土砂濾過率でも同じであった。

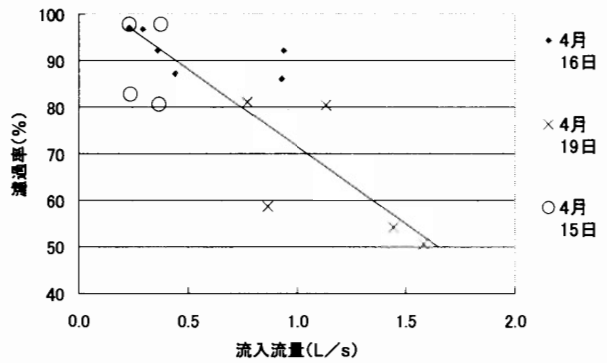


図18 林帯流入流量と20m地点での土砂濾過率との関係

5-4) 林帯の沈砂能力（シルト以上の粗粒分について）

融雪期の調査結果では、この林帯を流下する間にシルト以上の粒径の土砂はほぼ捕捉されている。そこでこの林帯での濾過量を沈砂地に置き換えて試算し、その機能を定量化して評価した。なお、沈砂池の深さを1mと仮定し、パラメーターとして、土の比重=2.72、水温=20°Cを与えた。

表3 試算された沈砂池面積

| 日 | 沈砂池面積 |
|------------|-------------------|
| 4/16 全日 | 253m ² |
| 4/19 12:00 | 247m ² |
| 4/19 14:00 | 271m ² |
| 4/19 16:00 | 206m ² |

その試算結果（表3）では、約180m²の林帯が、同じ広さの沈砂池以上の沈砂能力があることになった。

ただし実際の沈砂池では、沈砂池内での滞留時間内に流水による攪乱が発生し、現実的にはこの試算とおり100%の効果は期待できず、また沈砂池では、地表流中に懸濁した粘土成分はほとんど濾過できない。しかし今回の林帯における3日間の調査結果では、大部分のシルトのみならず、57~92%の粘土分も濾過できた。この能力は沈砂池では得られないものであり、実際の林帯の濾過効果は、この数字を遙かに越えることがわかった。

A verification of several methods to reduce erosion and evaluation of buffer trees

Shoji HASEGAWA*, Masahiko YAMADA, Yasufumi KUSANO

*Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 060-1395 Japan