



Title	北海道の水源流域における斜面浸食に関する基礎的研究
Author(s)	村井, 延雄; MURAI, Nobuo
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 19(3), 1-98
Issue Date	1958-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20763
Type	departmental bulletin paper
File Information	19(3)_P1-98.pdf



北海道の水源流域における斜面浸食 に関する基礎的研究

村井延雄*

FUNDAMENTAL STUDIES ON THE SLOPE SOIL EROSION IN SOURCE BASINS OF HOKKAIDO

By

Nobuo MURAI

目 次

	頁
まえがき	2
1. 山腹の斜面浸食試験と研究	5
1-1 斜面浸食試験地の条件	5
1-1-1 ホロナイ試験地	5
1-1-2 モシリ試験地	5
1-1-3 オトイネップ試験地	6
1-2 斜面浸食試験の方法と結果	6
1-2-1 試験の方法	6
1-2-2 試験の結果	8
1-3 表土と流出土砂の粒度	9
1-4 秋雨による南・北斜面からの流出	10
1-5 表土の滲透と平均年斜面浸食量との関係	10
1-6 降雨と夏秋期斜面浸食量との関係	11
1-7 自然植生区とハゲ地区の斜面浸食量の関係	13
1-8 山腹の積雪とコンクリート凍土層	13
1-9 積雪層内の温度と積雪下表土の滲透	14
1-10 コンクリート凍土層と斜面浸食の関係	15
2. 斜面浸食に関連して行われた試験と研究	65
2-1 夏の豪雨による谷道の洗掘浸食と流域の地形との関係	65
2-2 水源流域の山腹における滲透試験	66
2-3 人工雨による斜面流下量区実験	67
2-4 斜面流下水と流出土砂との関係	69
2-5 山腹凍土帯における等高線壕	70

* 村井延雄 北海道大学農学部助教授

3. 斜面浸食に関する総括と結論	89
3-1 地形と表土	89
3-2 降雨と流出	90
3-3 積雪の被覆効果	91
3-4 植生の被覆効果	92
あとかき	98
参考文献: References	94
英文摘要: Summary	97

まえがき

さきに北海道の苫小牧地方をおそつた夏の局地性豪雨による谷道の洗掘と流域の地形と地被との関係について解折する機会をえた。その結果このような水源流域からは表土の流出がたえ間なく行われているが、とくにハゲ地斜面ではこのような豪雨によつて浸蝕が加速的に大きく行われることがわかつた。

自然あるいは人工的な原因によるこのようなハゲ地斜面からの流出土砂は、まず溪流の出口に堆積されるかあるいは河川まで運ばれて天井川をつくりまたはダムを埋めて、自然要因による水害を加速し災害を大きくしている。また一方では溪流・河川沿岸の自然の水防林がこのような災害を小さくしている例もすくなくない (Plate 0—1~4 参照)。

近年とくに流域の開発が進められていて、天然災害か人工災害かの判断にくるしむような水害が多発しているが、ここでようやく水源流域の保全に社会一般の眼が向けられてきたので、おそすぎたきらいはあるが、流域の保全が総合的に広く行われる機をえたものとおもわれる。

この水源流域からの土砂生産の実態は、北海道ではいまだよく調べられていないので下流河川の治水と利水効果をあげるためにも、これをくわしくまた広く調べるものが急を要するものとおもわれる。

そこでまず、北大演習林内の天塩川、雨竜川と苫小牧川支流流域水源地帯の山腹に、自然植生をそのままにした植生区と、この植生をはいだ人工ハゲ地区を設けて、降雨と積雪の季節について斜面浸蝕量の測定を行つた。

この山腹斜面の浸食や溪流量は、斜面から滲透する雨水によつて大きく影響されているので、上にあげた3斜面浸食試験地の流域のほかに、石狩河上流の小支流とブナ林地帯の北限に近い天の川の小支流を加えた5流域で、斜面の植生被覆状態によつてあらわれる滲透の差異を調べる試験を行つた。

なお上の斜面浸食の試験地では、降雨量や強度による流出のくわしいことがわからないので、モシリとオトイネツプ試験地では、撒水による人工雨の斜面流下実験を行つた。

また積雪地方の斜面浸食には、積雪と表土の凍結との影響も大きいと考えられたので、少雪・凍結地と多雪・不凍結地との冬の観測を行い、凍結地帯の山腹には等高線塚を設けて融雪季の効果をしらべた。

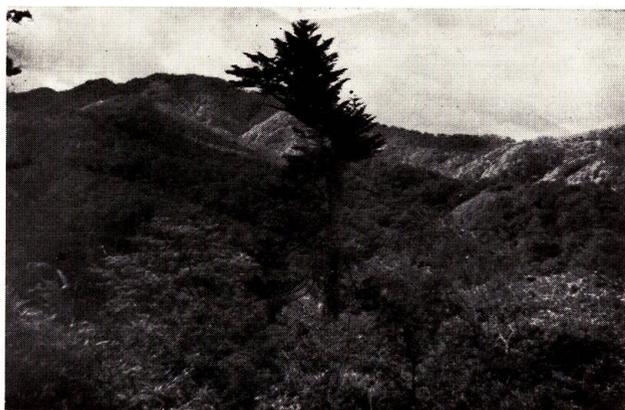
これらの研究の場は、北海道南部の温帯林から北部の亜寒帯林にまたがっているので、ここからなるべく広く北海道内に適用されるような資料がえられることを期待したものである。

この研究にあたっては、北海道大学今田敬一教授の透徹した御示唆と御指導をうけ、苫小牧・雨竜と天塩演習林所員と砂防工学教室研究員からは観測と調査にあたって大きな協力をうけたので、ここに心からの謝意を申しのべる。なお、この研究の経費の一部として北海道科学研究費補助金があてられた。

写 真 (Plates)

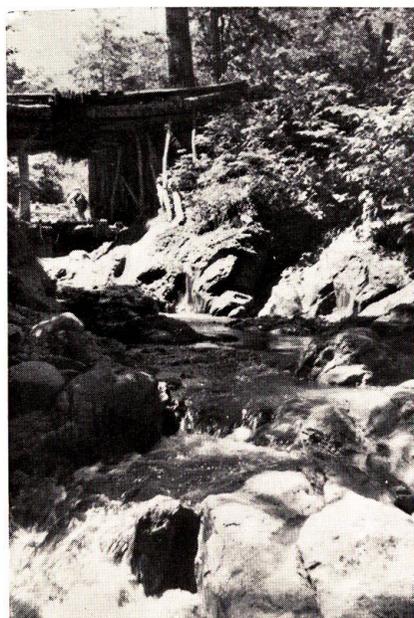
- 0-1 天の川・アツシナイ沢
Asshinai, Amanokawa River.
- 0-2 石狩河・古川
Furukawa, Ishikari River.
- 0-3 雨竜川・中流と上流
Middle and Upper Reaches of Uryū River.
- 0-4 天塩川・オトイネツ川
Otoineppu, Teshio River.

Plate 0-1



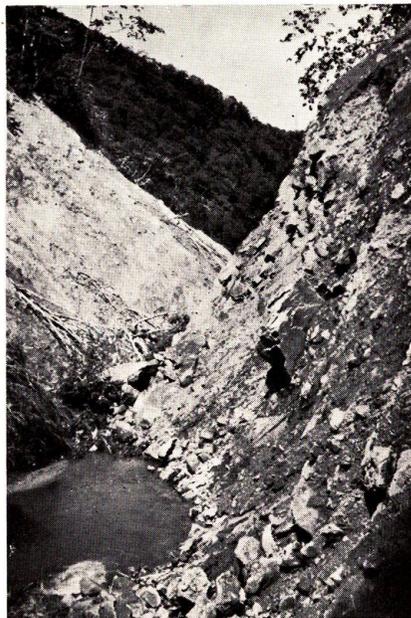
I) A general view of
Asshinai, Amano-
kawa River Basin,
Hokkaido.

北海道・天の川流域・
アツシナイの大観



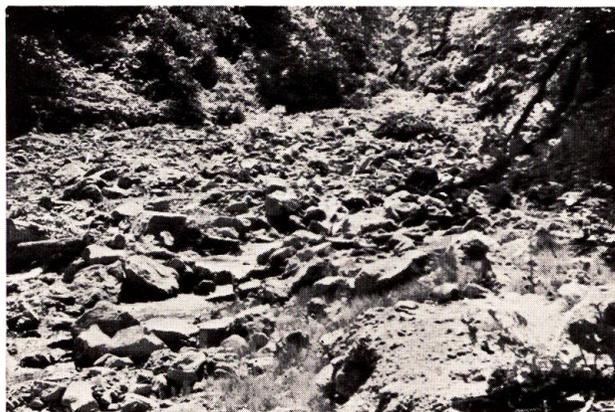
II) Splash dam
in the upper
reaches of
Asshinai.

アツシナイ上
流の鉄砲堰



III) Landslide in
the upper
reaches of
the stream.

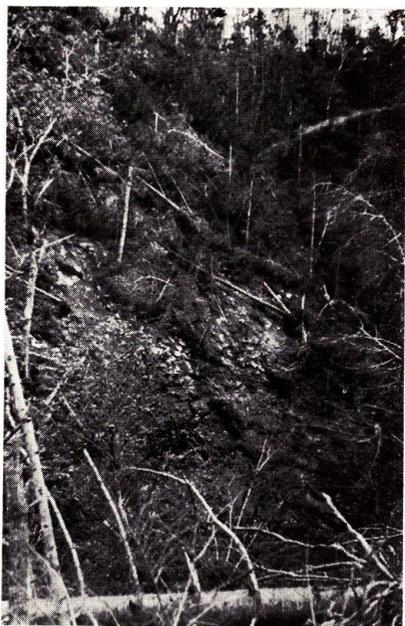
上流の崩壊



IV) Debris in the lower
reaches of the
stream.

下流の堆積

Plate 0-2 a



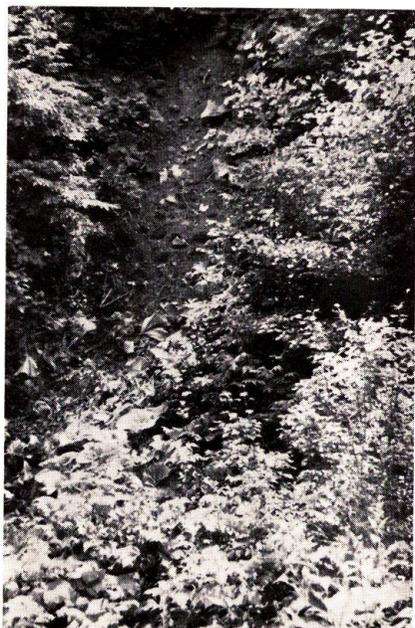
I) Landslide from typhoon at Furukawa, Ishikari River Basin.

石狩川流域の古川における
風害による崩壊



II) Landslide from typhoon at Furukawa.

同 左



III) Landslide on hillside forest road at Furukawa.

古川の林道盛土法面の崩壊



IV) Landslide from logging at Furukawa.

古川の集材作業による崩壊

Plate 0-2b



I) Driving channel of Furukawa dam.

古川ダムの導水路

II) Furukawa dam, in the state of high water level.

満水位の古川ダム



III) Ditto, low water level.

低水位状態

IV) Ditto, silted deposition near outlet.

同上の放水口附近の沈積土砂

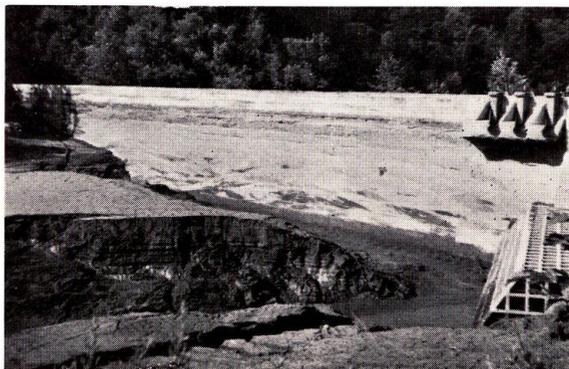
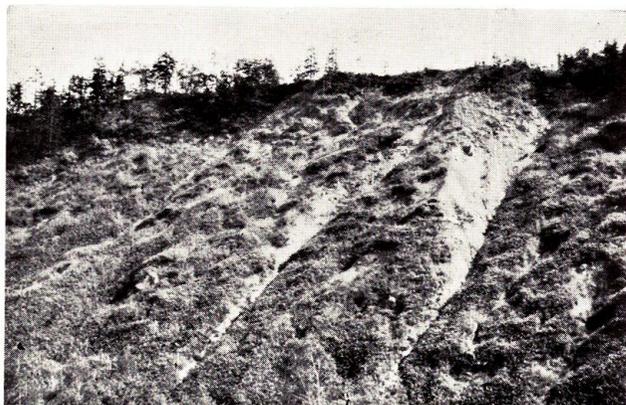


Plate 0-3



I) Gully erosion on hillside of serpentine bed at middle reaches of Uryū River.

雨竜川中流の蛇紋岩層山腹のガリー浸食



II) Deforestation along the river-side at the upper reaches of Uryū River.

雨竜川上流の河岸沿いの森林伐採



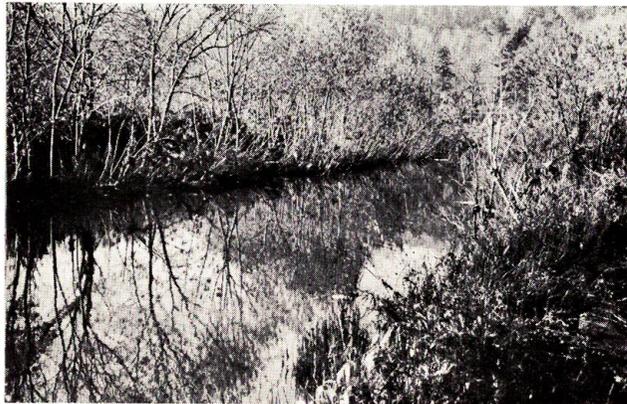
III) Natural coppice forest along the river-side at middle reaches of Uryū River, showing the effect of flood-control. (Salix)

洪水防止効果を示している雨竜川中流沿いの自然生低林 (ヤナギ属)



I) Artificial high forest along the river-side at middle reaches of Otoineppu River. (*Fraxinus mandshurica* RUPR.)

オトイネツ川中流の沿岸の人工高林 (ヤチダモ)



II) Ditto, coppice forest (*Salicaceae*).

同 上 (ヤナギ)



III) Ditto, showing the checking effect for running materials in flood season.

同上洪水季の流送物を抑留する効果

1. 山腹の斜面浸食試験

1-1 斜面浸食試験地の条件

斜面浸食の試験地は、北海道大学演習林の苫小牧川流域・ホロナイ（記号：Tho）、雨竜川上流々域・モシリウンナイ（記号：Umo）と天塩川中流々域・オトイネップ川（記号：Tot）の山腹斜面に、昭和26年12月から順次に設けられた。これらの試験地と流域の山腹浸食試験地（2-2参照）のおよその位置は、Fig. 1-1 にみられるように、北海道の北部常緑針葉樹林帯から南部の落葉広葉樹林帯¹⁾にまたがっている。

斜面浸食試験地の属する流域の地形は、ほぼ中位の起伏（medium Relief²⁾）とみられ、表土種は火山砂礫、粘土質ロームと粘土におよんでいる。

これらの流域の気候を気温と降水量によつてみると、夏秋期（6～10月）の月平均気温積算値は、68.1°～90.0°C、冬春期（11～5月）では、-28.9°～0.6°C、降雨総量1298～497 mm、最大積雪深は253～79 cmの範囲にわたる変化（1954～'57）をみせている。

1-1-1 ホロナイ試験地 (Tho)

この試験地は樽前火山の南東の山すそにあつて、灰白色凝灰岩基層上に火山噴出物が風堆成した火山砂礫厚層³⁾の丘陵山腹を占めている。Fig. 1-2 a・2-1 にみられるように、No. 1～8の斜面浸食試験区（Table 1-1）は、北東と南西斜面に相対的に配置された。

この丘陵地帯は、ナラ・イタヤ・アサダとシナノキなどを主とする自然生落葉広葉樹林⁴⁾とその皆伐跡地につくられた針葉樹人工造林地（Plate 1-1a～d）におおわれている。とくに、No. 5, No. 6の自然植生区内の草木本植物を出現度数の多い順に Table 1-9 a, b にあげた。

各試験地の表土層の断面（Plate 1-1e～g・Fig. 1-2c）をみると、他の2試験地にくらべて土壌の粒度はほぼ均等であつて、表土の粒径分布曲線（Fig. 1-2 c）にみられるようにほとんど砂と礫から構成されているので、表土の浸透レート⁵⁾⁻⁷⁾（Fig. 1-2 d, e; Table 1-4）は、他の2試験地よりはるかに高いレートを示している。

ホロナイ沢気象観測所で測定（1954～'57）した気温・降水の各月の資料は Table 1-6 a～d のようにまとめられるが、この丘陵斜面には特異なマイクロクリマ⁸⁾がみられ、地表植生と冬の凍結にいちじるしい影響を及ぼしている。

1-1-2 モシリ試験地 (Umo)

この試験地は雨竜川・シユマリナイ貯水池上流のモシリウンナイ流域にある砂岩・泥岩と安山岩の礫を交えた粘土の厚い沖積層の丘陵中腹にあつて、北東と南東斜面（Fig. 1-3a）に相対的に No. 1～4（Table 1-2; Plate 1-2）として設けられ、植生区 No. 1, No. 3 の

の区画内の植物は出現度数の多い順に Table 1-10 a, b にみられるようである。

この山腹試験地はトドマツ・エゾマツを交えたナラ・シナノキ・センノキなどを主とする自然生広過混交林⁹⁾におおわれた低い山なみに囲まれ、ゆるい傾斜の耕地に接しているので、夏秋期と冬春期の気温と降水の各期間内の変化 (Table 1-7 a~d) は、他の2試験地よりもはげしい。

オトイネツプ試験地とともに北海道の最深積雪地帯にあつて、例年では11月初旬から5月中旬までが積雪期間なので、積雪におおわれた期間中にはほとんど表土の凍結をみることがない。

試験区は牧草地と耕作地 (plate 1-2 a, b) に囲まれた厚い粘土地の緩斜面にあるので、表土の滲透レート (Table 1-4) は3試験地のなかで最低であつて、表土の断面 (Fig. 1-3 b) と粒径分布曲線 (Fig. 1-3 c) をみると粘土とシルトが80~90%を占めていて、このことから滲透レート (Fig. 1-3 d, e) のひくいことがわかる。

1-1-3 オトイネツプ試験地 (Tot)

この試験地は天塩川の中流にそそぐオトイネツプ川の支流域 (Fig. 1-4 a) にあつて、自然生針過混交林におおわれた凸形山腹の沢ぞいの南東と北西の急斜面に、No. 1~8 (Table 1-3) の斜面浸食試験区が相対的に (Plate 1-3a, b) 設けられた。

中生層に属する風化の進んだ泥岩基層上に20~80 cmの表土層 (Fig. 1-4b) が堆積していて、表土の粒径分布曲線 (Fig. 1-4 c) にみるように、礫を40~20%ふくむシルト質粘土から粘土質ロームにわたっている。したがつて、表土の滲透レート (Fig. 1-4 d, e, Table 1-5) は、モシリとホロナイ試験地の中間を示している。

トドマツ・エゾマツにナラ・センノキ・シナノキ・ヤチダモなどを混交した自然生針過混交林¹⁰⁾の占める山腹がせまい沢をいだいでいるので、気候は気温と降水についてみても、モシリ試験地より変化 (Table 1-8 a~c) がすくない。しかし、南北斜面の表土層の性質の差異は大きく、斜面の浸蝕状態に明らかな影響がみられ、斜面浸食区 No. 2, No. 8 の区画内の自然植生も Table 1-11 a, b に示したように、表土層の差異にあらわれた南北斜面の立地環境の差を示している。

1-2 斜面浸食試験の方法と結果

1-2-1 試験の方法

各斜面浸食試験地の試験は、ホロナイ^{11), 12)}では昭和26年12月、モシリ¹³⁾では昭和28年7月、オトイネツプ¹⁴⁾では昭和29年7月からはじめられたが、ここでは昭和28年夏秋期から昭和32年冬春期までをとりあげ、なかでもあとの3年間 (VI, 1954~V, 1957) を主として各試験地対照の場合の問題とした。

試験区の設備： 各試験地ともにほぼ同一の構造・設備にしたので、オトイネップ試験地のハゲ地区、No. 3b・7bの例をPlate 1-4・Fig.1-5にあげた。これらの試験区は山腹の斜面縦断長10m、横断幅1mとした画地をえらんで、松厚板(幅30cm、厚2cm)による板ワク(枠)工を行つた。地表水と地表下の中間流をさえぎるために、区画板幅の10cmを地上に残して、地中に20cmを隔壁として埋めた。この区画した斜面の谷側下端に鉛直な土留板壁を設け、ここに土砂集積箱(幅1m×0.5m×深0.7m)をおいた。この土砂集積箱は、区画斜面の末端で水平に10cm深に地中にさし込んだ舌状連結樋(トタン#30製)によつて、斜面の流下水をうけ入れるようにした。箱の内部にはFig. 1-5にみられるように、金網(1mm目)を二重に張つて、その間に布袋(てんちく木綿製)をはさんだ。箱底の谷側に排水孔(深1cm×長1m)を開いて、その外側に接して設けた枝条暗渠で谷へ排水をみちびいた。この箱内の土砂布フルイ(篩)は、実験室内の泥水濾過試験によると、布フルイから漏れて流去する細土は原土の5~1%であるが、フルイ上に細泥土の堆積層が形成されると、もれて流去する細土は布フルイ上の原土の1%以下にとどまることがたしかめられた。

このような設備をした主試験区(Plate 1-4参照)は、ほぼ山腹にならんで自然植生ビフクの対照区と地上の植生とA₀層¹⁰⁾をはいだ人工ハゲ地区がほぼ等高度に設けられた。ホロナイとオトイネップ試験地では、このほかに補助試験区として斜面積(幅1m×長20m; 幅1m×長10m)20m²あるいは10m²の区画を設け、斜面の上端から横断幅の中央に鋼標柱(φ12mm×1000mm)を地上に5cm残して等距離に(4m; 2mごとに)地表に鉛直にうちこんだ。この5本の鋼標柱のほかに、最上端(0~1m)に1本の標準柱をおいて、他の5本の標柱の基準とし、洗掘・堆積と凍上などによる影響を除くことを企てた。したがつて、5本の標柱の洗掘あるいは堆積深の測定は、最上端の標柱の地上高を基準として各期末ごとに行われた。

測定の方法： 浸食年の区分として、降雨季の6~10月(トマコマイでは11月まで)と積雪季とその融解季を含んだ11~5月(トマコマイでは12月から)の各半年期を採用した。したがつて、降雨に関係した前半半年期を夏期(Summer season)、積雪の影響をうける後半半年期を冬期(Winter season)とよんだ。

この浸食半年期ごとに土砂集積箱のうけた流出土砂量と補助試験区の5本の標柱の洗掘あるいは堆積深の総量を測定した。夏・冬期ごとの流出土砂量は風乾重量を水平面積についてTable 1-12にあげたが、ハゲ地区の5本の標柱による洗掘と堆積深の積算値はTable 1-14~16に示した。

鋼標柱による浸食深の測定値は、各試験地ごとに流出土砂量と比較した結果、洗掘深; 堆積深; 洗掘深~堆積深; 洗掘深+堆積深の4量のうち、洗掘深との対応が最もよかつた

ので、各半年期ごとの変動の状態を各試験地別に Table 1-17: Fig. 1-8~10 に示した。

1-2-2 試験の結果

斜面浸食区からの流出土砂量 (Table 1-12) の年平均を各試験地についてみると、自然植生区ではホロナイ: 37 (41~33) g/10 m²≒kg/ha, モシリ: 267 (454~80), オトイネップ: 208 (236~180) であつて、ハゲ地区のホロナイ: 321 (388~254), モシリ: 16309 (18371~14247), オトイネップ: 9187 (9235~9139) とくらべてみると、各試験地の流出土砂量の年平均による差は、ハゲ地区では植生区からみて指数カン数的に増大する傾向をみせている。

各試験地の流出土砂量をあとの3年間について、総量を基数とした各半年期・各年と夏・冬期・平均値を千分率で表わしてみると Table 1-13 に示されるようであつて Fig. 1-6, 7 に描いたように、ハゲ地区の各夏期と冬期間の変化は各試験地ともに植生区より大きく、各年の変動もほぼ一致しているが、植生区では各地ともに不規則な変動を示していて、モシリでは平均夏・冬期間のハゲ地区と植生区の変化の差は最も大きい。

そこで、各試験地のあとの3年間について、流出土砂量が各夏・冬期、各年間と各試験地の異なることによる変動に意味のある差異を示しているかどうかを Table 1-12 について分散分析^{10)~11)}してみると、ハゲ地区では有意な水準(5%)に達しないが、対照の自然植生区については、各試験地の場所の差に有意(5%水準)なことが認められた。

つぎに、各試験地ごとに各冬・夏期と各年間と植生ヒフクの差(植生区とハゲ地区)によつて変動に意味のある差異があるかどうかを分散分析してみると、ホロナイ・オトイネップ試験地では、いずれも植生ヒフクの差に有意な水準(2.5%)を示したが、モシリ試験地ではヒフクについて有意な差が認められなかつた。

分散分析の結果だけからみると、自然植生区では各半年期・各年と各試験地間の流出土砂量の変動に意味があるが、ハゲ地区ではこの資料の範囲内ではあまり明確なことはいえない。しかし、Table 1-13 と Fig. 1-7 でみると、モシリの夏秋期と冬春期の流出土砂量の変化はハゲ地区と植生区の間で最も大きい幅をみせている。

流出土砂量と標柱の洗掘深積算値を各試験地の対応するハゲ地区の流出土砂量について、3年間の総量を基数とした百分率で対照してみると Table 1-17 のようにまとめられ、各冬・夏期・各年平均の冬期・夏期を通じてもつともよい一致をみせているのはホロナイ試験地 (No. 5b, No. 6b) である。この百分率表によつて、各試験地ごとに各冬・夏期とその積算値の変化を描いてみると Fig. 1-8~10 のようになつて、上の傾向がなお明らかに示されている。

ホロナイ試験地 (Fig. 1-8) では、低林内のハゲ地区 No. 5b の流出土砂量と標柱の洗掘深の半年期ごとの変化は、もつともよく一致(6~2%の差)しているが、針葉樹人工造

林地内のハゲ地区 No. 6b では 14~1% の差をみせていて、流出土砂のすくない冬期には、洗掘深は標柱に表われてこない。

モシリ試験地 (Fig. 1-9) では、流出土砂量と標柱の洗掘深の差は 48~1% を示しているが、第 3 年夏期の平均では 1% 以下の差で一致をみせていて、北東面 (No. 2b) の洗掘深は南東面 (No. 4b) より大きく表われており、この点でも流出土砂量と一致した傾向をみせている。

オトイネツ試験地 (Fig. 1-10) では、各半年期・各区ごとの差 (26~1%) は大きいですが、No. 7b の第 2 年夏期では 0.1% 以下の差で一致していて、南東面の洗掘深は北西面より大きい傾向をみせている。

各試験地の流出土砂量と標柱洗掘深の変化を冬期と夏期の平均についてみると (Table 1-17) いずれも 5% 以下の差で一致している。

流出土砂量と標柱の洗掘深は、上にのべたような程度の変動の傾向の一致が認められるから、ハゲ地区における洗掘深の変化の傾向をうかがってみよう。ホロナイ試験地の広葉樹高林内の No. 1, No. 2 と低林内にある No. 3, No. 4 (plate 1-1 a, b) を Table 1-14 の洗掘深で比べてみると、高林内では小さい (116, 135: 155, 161) 洗掘深を示し、針葉樹高林内の No. 6b はとなりの広葉樹低林内の No. 5b より小さい洗掘深 (95:202) を示して、流出土砂量測定の結果 (Table 1-12) による No. 6, No. 5 (254:388) の関係と同一の傾向をみせている。このホロナイ試験地の低林内のハゲ地区は高林内のハゲ地区より大きい表土浸食をうけている傾向がみられることから、浸食に対する表土の抵抗が高林の環況のもとでは総合的に大きいといえるだろう。

上にのべた結果からみて、標柱によつてハゲ地などの洗掘深を測定することは、砂礫崩壊地・砂礫溪床・多雨地帯の急斜面などで巨視的な浸食度の測定と相対的な変動の傾向を知るのに利用できる簡易な方法であろう。

1-3 表土と流出土砂の粒度

各試験地の表土 (0~5 cm) と各夏・冬期間の流出土砂の粒径区分^{19),20)}をあとの 3 年間 (1954~1957) について描いてみると Fig. 1-11~13 のようになる。流出土砂 (Table 1-12) の粒径区分を重量百分率で表わしたこの図をみると、各試験地を通じて大径の粒子がまず表土から流出しているが、とくに植生区からは表土の小粒子は植生ヒフクによる林床構造によつてさきぎられ²⁰⁾、流出は砂礫のような大粒子がむしろ多い傾向がみられる。ホロナイ試験地 No. 6b の Plate 1-5c をみると、表土の大径粒子²¹⁾が雪どけ後の斜面の林床に残されていて、つづく夏秋期の降雨によつて^{19),21)}転動し流去される状態が示されている。

ハゲ地区の表土の流出には上のような傾向が砂礫地のホロナイと急斜面のオトイネツ

プにもみられるが、緩斜地のモシリではいちじるしくない。粘土・シルトなどの小粒子が表土から流出されて大粒子が残る例は、ホロナイで降雨量の大きかつた夏期(S-1955)にも Plate 1-5 a, b のようにみられた。しかし一般的にみると、ハゲ地区の流出土砂の粒径は局地の表土の性質・地形と降雨などの特性とその交互作用の影響をうけるので、室内モデル実験によるような明快な解答はえられなかつた。

1-4 秋雨による南・北斜面からの流出

オトイネツ試験地における昭和30年9月中旬の一連の秋雨の観測例¹⁴⁾は、南東と北西斜面のハゲ地区(No. 2b, No. 7b)の表土層の性質が異なることからみられる流出の差をよく表わして、両斜面の表土層の性質は Table 1-18 に示されているように含水比・容水量・分散比・液性限界と塑性限界⁷⁾について有意な差²³⁾を示している。

9月16~19日の断続した一連の降雨量・流下水量と流出土砂は Table 1-19 にみられるように、南東面ハゲ地区からは56.6 mmの雨で48.1 mmが流下して78 gの流出土砂をみせたが、北西面ハゲ地区からは35.7 mmの雨で3.1 mmの流下にすぎないのに2840 gの流出土砂がみられた。この流出土砂の大部分は、19日の降雨(南東面13.9 mm, 北西面20.2 mm)による流下水によつて運ばれたものであつて、これらの降雨による浸食は表土の特性の差をあきらかに示したものとといえるだろう。

この南北斜面で行つた昭和31年夏秋期の人工雨試験²³⁾(Plate 2-17, 18 参照)によると、668と793 mm/hrの豪雨による流下では、南西ハゲ地区の流下水率は78.4%、北東ハゲ地区では41.4%であつて、南西面の滲透レートが低い粘質土(シルト・クレイ)斜面では、北東面の礫交り粘土ローム斜面よりはるかに大きい流下水によつて表土洗掘深は平均59.8 mmに達したが、北東斜面では34.1 mmの平均洗掘深を示したにすぎない。このような急斜面(39°, 40°)上の豪雨になると、表土の滲透レートに大きい影響をうける流下水率の差が、表土浸食に大きく表われてくるものとおもわれる。

1-5 表土の滲透と平均年斜面浸食量との関係

山腹の各試験地の表土層の性状が雨滴浸食と流去によつておこる斜面浸食に大きな影響を及ぼしていることは、まえにのべたことからほぼ明らかであるが、なお各斜面浸食試験地の平均年浸食量に対して滲透レート、分散比・シルト+クレイ率と液性限界をしらべてみると Table 1-20 のようであつた。このような土の物理的性質と浸蝕との関係については多くの研究^{7), 24)-27)}があるが、ここでは雨蝕と地表流下量を地表境界面で決定する最大の浸食要因として表土の滲透をとりあげ、平均年斜面浸食量との関係をしらべてみた。

各試験地の植生区とハゲ地区について平均年浸食量 (Table 1-12 参照) と表土の平均

滲透レート (Table 1-4, 5 参照) との関係は Table 1-20 から描いてみると Fig. 1-14, 15 のようであつて、回帰解析²³⁾によると植生区では直線式、ハゲ地区では指数曲線式がその関係をよく表わし、この回帰による解析の結果はつぎのようであつた。自然植生区では

E_v : 年平均斜面浸食量の観測値 (t/ha)

\hat{E}_v : 年平均斜面浸食量の期待値 (t/ha)

$f_{c,v}$: 平均最小滲透レート (10^3 mm/hr)

E_v と $f_{c,v}$ の相関係数: $r = -0.9999$, 有意水準: $\alpha = 1\%$ を示した。

$$\hat{E}_v = 0.3505 - 0.2300 f_{c,v} \dots\dots\dots (1.5.1)$$

$$\sum (E_v - \hat{E}_v) = \sum \Delta e = -0.00002$$

$$\Delta e = (\text{Tho}): 0.0008867; (\text{Umo}): 0.00296; (\text{Tot}): -0.003848$$

つぎにハゲ地区については、まえとおなじ記号に、添字: b を用いると、 E_b と $f_{c,b}$ の相関係数: $r = -0.9989$, 有意水準: $\alpha = 5\%$ を示した。

$$\log \hat{E}_b = 1.76966 - 0.00313879 f_{c,b} \dots\dots\dots (1.5.2)$$

あるいは

$$\hat{E}_b = 58.8384 (1.007275^{-f_{c,b}})$$

$$\sum (E_b - \hat{E}_b) = \sum \Delta e = 0.457432$$

$$\Delta e = (\text{Tho}): 0.003304; (\text{Umo}): 1.4675; (\text{Tot}): -1.013372$$

ホロナイ・モシリ・オトイネツプ斜面浸食試験地の平均最小滲透レートと平均年斜面浸食量との関係は、他のすべての立地条件を無視した場合に上のような回帰式で表わされ、この研究のような条件の範囲では、局地の浸食に対する表土の抵抗を平均最小滲透レートで標示することによつて、その局地の平均年斜面浸食量の期待値を植生区では平均 1.78%、ハゲ地区では平均 7.0%、の誤差率でもとめることができる。

1-6 降雨と夏期斜面浸食量との関係

山腹斜面の浸食に影響する気候的要因には降水と温度・風⁷⁾などが考えられているが、とくに夏秋期の斜面浸食量に及ぼす降雨の影響^{14) 28)} (Table 1-5 A, B 参照) にはいちじるしいものがある。

ホロナイ・モシリとオトイネツプの各斜面浸食試験地における各年の夏秋期のハゲ地区平均斜面浸食量 (Table 1-12 参照) と降雨総量及び 10 mm/day 以上の雨天日数 (Table 1-6 a~d, 7 a~d, 8 a~d 参照) をまとめてみると Table 1-21 のようになる。

各試験地のハゲ地区ごとに、夏秋期浸食量: t/ha (E_s) と総降雨量: mm (P)・雨天日数 (N) との関係回帰解析²³⁾によつて求めてみると、つぎのような重回帰式で表わされ

る。

ホロナイ試験地については、これらの相関係数 ($r_{x,y}$) と重相関係数 (R_{y,x,x_1}) 及び偏回帰係数 (b'_{yx_1,x_2} , b'_{yx_2,x_1}) は、つぎのようになって、夏秋期の斜面浸食量の期待値 (\hat{E}_s) と各年の観測値 (E_s) との誤差 ($E_s - \hat{E}_s = \Delta e$) はつぎのようであつた。

$$\begin{aligned}
 r_{PN} &= 0.7212 & r_{EN} &= 0.5625 \\
 r_{EP} &= 0.8579 & R_{E,PN} &= 0.8618 \\
 b'_{EP,N} &= 0.9426 & b'_{EN,P} &= -0.1173 \\
 \hat{E}_s &= 0.0005638P - 0.001929N - 0.1705 \dots\dots\dots (1.6.1) \\
 E_s - \hat{E}_s = \Delta e &= -0.060: Y_1 \text{ 第1年目} \\
 &0.006: Y_2 \text{ 第2年目} \\
 &-0.042: Y_3 \text{ 第3年目} \\
 &0.097: Y_4 \text{ 第4年目}
 \end{aligned}$$

モシリ試験地では上と同一の記号をとるとつぎのようであつた。

$$\begin{aligned}
 r_{PN} &= 0.9657 & r_{EN} &= 0.9630 \\
 r_{EP} &= 0.8873 & R_{E,PN} &= 0.9898 \\
 b'_{EP,N} &= -0.6494 & b'_{EN,P} &= 1.6156 \\
 \hat{E}_s &= -0.03054P + 3.0379N - 39.2227 \dots\dots\dots (1.6.2) \\
 E_s - \hat{E}_s = \Delta e &= -4.720: Y_1 \\
 &4.106: Y_2 \\
 &0.550: Y_3 \\
 &0.064: Y_4
 \end{aligned}$$

オトイネツプ試験地ではつぎのようであつた。

$$\begin{aligned}
 r_{PN} &= 0.9916 & r_{EN} &= 0.9705 \\
 r_{EP} &= 0.9312 & R_{E,PN} &= 0.9999 \\
 \hat{E}_s &= -0.01736P + 1.04899N - 5.6129 \dots\dots\dots (1.6.3) \\
 E_s - \hat{E}_s = \Delta e &= 0.001: Y_1 \\
 &0.000: Y_2 \\
 &-0.001: Y_3
 \end{aligned}$$

したがつて、この資料の範囲内では夏秋期のハゲ地区の斜面浸食量を降雨総量と雨天日数によつて求めると、ホロナイとモシリでは降雨のすくない年の誤差が大きくて実用に適しないが (5~8年以上の観測を必要とする) オトイネツプでは0.021%以下の誤差で期待値を推定できることが明らかである。このことからオトイネツプ試験地のような立地条件の局地の夏秋期斜面浸食は、降雨以外の条件にあまり大きく影響されていないということがほほいえることになる。

1-7 自然植生区とハゲ地区の斜面浸食量関係

ホロナイ・モシリとオトイネップの各斜面浸食試験地の各年の斜面浸食量 (Table 1-12, 13; Fig. 1-6~10 参照) については, 自然植生区では各試験地を通じてハゲ地区より変化が小さいことから, 斜面浸蝕に対する表土の植生ヒフクの効果が明らかである。各試験地ごとに自然植生区とハゲ地区の年斜面浸蝕量の関係を回帰解析²²⁾ によつて調べてみると, Table 1-12 の年斜面浸蝕量の相関係数 ($r_{v,b}$) は

ホロナイ: $r_{v,b} = -0.2799$

モシリ: $r_{v,b} = -0.5425$

オトイネップ: $r_{v,b} = -0.9827$

オトイネップ試験地では有意な関係 (5% 水準) がみられ, E_b, E_v : ハゲ地区と植生区の年斜面浸食量と \hat{E}_b, \hat{E}_v : 各期待値の記号をとると, 年斜面浸食量の期待値 (単位: $\text{g}/20 \text{ m}^2 \equiv \text{kg}/2\text{ha}$) はつぎの回帰方程式で推定できる。

オトイネップ試験地のハゲ地区年斜面浸食量として

$$\hat{E}_b = 34417 - 38.5657 E_v \quad \dots\dots\dots (1.7.1)$$

$$E_b - \hat{E}_b = \Delta e = (Y_1): 549; (Y_2): 914; (Y_3): -1.462$$

自然植生区の年斜面浸食量として

$$\hat{E}_v = 876 - 0.02504 E_b \quad \dots\dots\dots (1.7.2)$$

$$E_v - \hat{E}_v = \Delta e = (Y_1): 20; (Y_2): 17; (Y_3): -37$$

上の2式の適用によつてオトイネップあるいはこの局地と似たような気候と立地条件の斜面では, 3.3~9.5% 範囲の誤差で植生区からハゲ地区あるいはハゲ地区から植生区の年斜面浸食量を推定することができる。

1-8 山腹の積雪とコンクリート凍土層

少雪で寒冷なホロナイ試験地の属するホロナイ沢 (Fig. 2-1 参照) では12~4月にわたつて表土にコンクリート凍土層がみられる。しかし, この林内には地被と地形などのつくるマイクロ気マによつて, 広葉樹高林内には多くの不凍地点が存在していて, さきに今田敬一教授によつて融雪季の洪水に及ぼす予防効果として指摘²⁹⁾ されたが, 北米の山林地³⁰⁾ や北海道の傾斜耕地^{31), 32)} でも少雪寒冷地の凍土が治山・治水・土地利用と交通などの大きな問題となつている。

このホロナイ斜面浸蝕試験地の No. 1~8 における積雪と凍土層の関係は, 冬の各月ほぼ1回の観測¹³⁾ によると昭和26~31年の冬春期について Table 1-22~24 のようである (Plate 1-6 参照)。

積雪と凍土深の各年冬季の最大・最小と冬の月平均最低気温積算値(11月~3月)を Table 1-24 から描いてみると, Fig. 1-16 のように最大積雪深と最小凍土深, 最小積雪深と最大凍土深及び最小凍土深と月平均最低気温積算値(11月~3月)にはほぼ相関関係がうかがわれるが, このほかに凍土深に影響する条件として積雪の密度³³⁾, 土層内の毛管吸引力と地温傾度なども無視できないものであろう。

ホロナイ自然生広葉樹高林内の南北面 (No. 1, 2) と隣接する低林内の南北面 (No. 3, 4) の最大積雪深と凍土深の平均 (Table 1-23) を Fig. 1-17 に描くと, 積雪の深浅にかかわらず, 広葉樹高林内の表土層では低林より凍土深が浅く, 昭和30年3月10日の観測 (Table 1-22b) によると, 試験区 No. 2 では積雪深74cmの林床に不凍地点が見出された³⁹⁾。

ホロナイ沢北面 (No. 5, 6) と南面 (No. 7, 8) について, 最大積雪深と凍土深の平均 (Table 1-23) を Fig. 1-18 に描いてみると, 積雪深の大きにかかわらず最大凍土深は北面に大きいことがわかる。

上例にみるような地上のヒフクと斜面の向きなどによる凍土の研究は農林業と交通土木の面から進められているが, 積雪と植生ヒフク効果を利用するかしないかで大きな相違点が見られる^{35-37), 42), 43), 61)}。とくに林内ではミクロクリマ²⁹⁾³⁰⁾をつくる森林植生・林床構造と斜面の向きなどによる環境要因が積雪下の地表温度を大きく左右して凍土深に表われるものとおもわれ, 寒冷地の治山・治水工事と林道・造林事業上大いに追求すべき問題を含んでいる。

1-9 積雪層内の温度と積雪下表土の滲透

寒冷であるが多雪なモシリ・オトイネップ試験地では, ホロナイ試験地と異なつて, 11月~5月の積雪期間には表土の凍結は, ほとんどみられない。そこで, 積雪層ヒフク内にみられる気温と地温の関係を2~3冬にわたつてしらべてみた (Table 1-25)。モシリ試験地の観測例にもとづいて Fig. 1-19 を描いてみると, 低気温が積雪層内で緩和される状態が明らかにみられる。

モシリとオトイネップ試験地の積雪層下で0°C以下の地表温度または凍結をみたのはモシリの観測例 No. 5 SE (Table 1-25 a) とオトイネップの観測例 No. 5 NW, SE (Table 1-25 b) のみであつた。前夜来の低気温または日中の低気温も, 積雪層内では地表に近づくにしたがつて0°C前後の地温にまでゆるめられている³⁸⁾。地表下20cmでは Table 1-25 a, bによるとすべて0°C以上に保たれていて凍結土は例外的にしか存在しない^{33), 34), 47)}。しかし, 高山や極寒地では積雪に関係なく地温が零度以下になることはめずらしくない。

モシリとオトイネップ試験地のように, 積雪下の表土が凍結しないことは, ホロナイ試験地のように不透水の凍土層が存在する場合とくらべて, 表土の滲透と地表流下からみ

て大きな意味がある。雪どけ季の融雪水がすべて地表流となるか、表土から滲透した残りの部分が地表流となるかによつて、凍結していない表土は表土浸食に対して大きく有利な抵抗条件をそなえているといえる。

冬季の積雪下で凍結していない表土の滲透レートは、上にのべたことから重要な意味をもつので、Table 1-26 に各試験地の秋と真冬の観測例をあげた。ホロナイでは凍土層下で地表から 80 cm の不凍土層の滲透レートをしらべたところ、秋より小さかつたが、表土の不凍結であるモシリとオトイネップでは秋とほとんど変わらない滲透レートを示している、冬でも融雪水が表土から滲透できる状態に保たれていることが明らかになつた。

上にのべたように積雪層が地面附近の低気温を緩和する作用は、積雪の厚さと地温傾度との間に負の相関関係があるという福富孝治教授の研究⁴⁰⁾、積雪内の熱伝導率 (約 10^4 cal/cm·sec·deg) は、空気の熱伝導率 (0°C では 5.33×10^{-5} cal/cm·sec·deg) の 2~3 倍に過ぎないで、氷の熱伝導率 (4.99×10^{-3} cal/cm·sec·deg) がその 100 倍にも近いという吉田順五教授の研究⁴¹⁾ からみても、空気を多く含む積雪層が地表温の低下を防ぎ⁴²⁾、あるいは凍土層の進行を妨げていることがわかる。しかるに、凍結土は八鍬博士の研究³⁵⁾ によるとほぼ氷の熱伝導率に近い (4.6×10^{-3} cal/cm·sec·deg) といわれている。

また表土の凍結については、その粒度率が土中水分の移動からみて重要な因子とみられ、シルトの含有率が問題となつているが^{19), 39), 42)}、北海道の火山性土壌の研究³¹⁾ からみて、少雪の火山灰地帯に凍結地方が含まれていることから、土壌内の毛管水の移動が大きいことは、低温な気候と少雪である凍結要因と同時に考えられなければならない表土の粒度組成条件であつて、満州・ソ連・中欧・北米などの除雪した道路の大きな問題として排水・遮断・ヒフク条件とともに研究⁴³⁾⁻⁴⁶⁾ が進められている。

1-10 コンクリート凍土層と斜面浸食の関係

各斜面浸蝕試験地のなかで、モシリとオトイネップは多雪地帯 (最大積雪深 180 cm ~ 250 cm) にあるので、冬春期の低気温 (最低の月平均最低気温 $-16^\circ \sim -35^\circ\text{C}$) にもかかわらず積雪下の表土の凍結はみられないが、ホロナイ試験地は少雪地帯 (最大積雪深 53 cm ~ 79 cm) にあるので、冬春期には低気温 (最低の月平均最低気温 $-15^\circ \sim -18^\circ\text{C}$) と表土層が毛管水の移動しやすい火山砂礫層で構成されていることから、例年最大 59~40 cm のコンクリート凍土帯 (Table 1-24 参照) がみられる。この表土層の凍結は、不透水層の形成、融解季の表土層の過剰な含水率と凍上による膨軟などによつて、斜面表土の浸蝕されやすい好条件^{7), 30), 43), 47)} をそなえているといえる。

このことについてホロナイ試験地の 4 冬 (1954~7) の最大凍結深と斜面浸蝕の関係 (Table 1-27) を回帰解析²²⁾ によつてしらべてみたところ、つぎのように植生ヒフクのない

ハゲ地区にのみ有意な (5% 水準) 関係がみられた。

低林内にあるハゲ地区 No. 5b では E_d : 冬の最大凍結深 (cm), E_w : 冬春期の浸食レート (kg/ha) との相関係数 (r_{F_d, E_w}) と E_w の期待値: \hat{E}_w はつぎの回帰直線式 (Fig. 1-20 参照) で表わされる (平均の誤差 10%)。

$$r_{F_d, E_w} = 0.998 > 0.997 \quad (\text{有意水準: } \alpha = 5\%)$$

$$\hat{E}_w = 6.434 F_d - 139.085 \quad \dots\dots\dots (1.10.1)$$

$$E_w - \hat{E}_w = \Delta e = 7.5 \text{ kg/ha } (Y_1): \text{ 第1年目}$$

$$\quad \quad \quad -10.9 \quad (Y_2): \text{ 第2年目}$$

$$\quad \quad \quad -1.5 \quad (Y_3): \text{ 第3年目}$$

高林内にあるハゲ地区 No. 6b では, 上の記号と E_s : つぎの夏秋期の浸食レート (kg/ha) とすると, つぎの回帰直線式で E_s の期待値: \hat{E}_s を推定 (平均の誤差 5.5%) することができる (Fig. 1-21 参照)。

$$\hat{E}_s = 18.789 F_d - 617.895 \quad \dots\dots\dots (1.10.2)$$

$$E_s - \hat{E}_s = \Delta e = (Y_1): -11$$

$$\quad \quad \quad (Y_2): 14$$

$$\quad \quad \quad (Y_3): -14$$

このように, ハゲ地区の斜面浸食レートと冬の最大凍結深の関係が大きく, 自然値生区にはこの関係が認められないことは, 地面の凍土の進行と融解によつておこなわれる斜面浸食に対して植生ヒフクの効果が認められてよいとおもわれる。とくに高林内の林床下の凍土層がハゲ地や低林にくらべて解凍がおそく5月下旬から6月初旬まで残存している (あとの2-4, 5参照) ことが, 表土の凍上による膨軟と夏秋期の表土層の水の循環などに大きく影響して, おくれてつぎの夏秋期の高林内のハゲ地区斜面浸食^{(30), (45), (47)}に表われてくるものとおもわれる。

表 (Tables)

	頁
1— 1 苦小牧川流域・ホロナイ試験地の条件	19
Slope Conditions of Study Plots at Horonai, Tomakomai River Basin.	
1— 2 雨竜川流域・モシリ試験地の条件	19
Ditto, Moshiri, Uryū River Basin.	
1— 3 天塩川流域・オトイネツプ試験地の条件	19
Ditto, Otoineppu, Teshio River Basin.	
1— 4 ホロナイとモシリ試験地の表土の滲透レート	20
Infiltration-rates on Study Plot at Horonai and Moshiri.	
1— 5 オトイネツプ試験地の表土の滲透レート	20
Ditto, at Otoineppu.	
1— 6a~d ホロナイ試験地の気候	21
Some Climatic Factors at Horonai.	
1— 7a~d モシリ試験地の気候	23
Ditto, at Moshiri.	
1— 8a~d オトイネツプ試験地の気候	25
Ditto, at Otoineppu.	
1— 9a, b ホロナイ試験区の植生	27
Vegetation on Study Plot at Horonai.	
1—10a, b モシリ試験区の植生	29
Ditto, at Moshiri.	
1—11a, b オトイネツプ試験区の植生	30
Ditto, at Otoineppu.	
1—12 斜面浸食量の総括	32
Erosion Losses from Study Plot.	
1—13 斜面浸食量の変動	33
Variation of Erosion Losses.	
1—14 ホロナイの斜面浸食深と堆積深	34
Depths of Slope Soil Erosion on Study Plot at Horonai.	
1—15 モシリの斜面浸食深と堆積深	34
Ditto, at Moshiri.	
1—16 オトイネツプの斜面浸食深と堆積深	35
Ditto, at Otoineppu.	
1—17 斜面浸食測定2方法の比較	36
Comparison of Two Methods of Slope Soil Erosion Measurement.	
1—18 オトイネツプ・ハゲ地区斜面の土性	37
Soil Textures of Bare Plots at Otoineppu.	
1—19 オトイネツプ・ハゲ地区斜面からの秋雨による流出	37
Run-off from Autumn Rainfall on Bare Plot at Otoineppu.	
1—20 ハゲ地区と植生区からの年斜面浸食量と土性要因	38
Soil Factors in Annual Erosion Losses.	
1—21 ハゲ地区からの夏期斜面浸食量と降雨要因	38
Rainfall Factors in Erosion Losses in Summer Season.	

1-22a~c	ホロナイ試験区の最大積雪深と凍結深	39
	Maximum Depths of Snow Cover and Frozen Soil at Horonai.	
1-23	最大積雪深と凍結深の総括	41
	Ditto, Summary of Data, 1952~1956.	
1-24	ホロナイの各年における最大最小と平均の積雪深および凍結深の総括	41
	Summerized Annual Data of Snow Cover and Frozen Soil.	
1-25a, b	積雪内の温度傾斜	42
	Thermal Gradients in Snow Cover at Moshiri and Otoineppu.	
1-26	秋と冬の表土の滲透レート	44
	Infiltration-rates on Surface Soil in Autumn and Winter.	
1-27	ホロナイ・ハゲ地区の斜面浸食量とコンクリート凍土深	45
	Relation of Maximum Frozen Soil Depth to Slope Soil Erosion on Bare Plot at Horonai.	

Table 1-1. Slope Conditions of Study Plots at
Horonai, Tomakomai River Basin.

苫小牧川流域・ホロナイ試験地の条件

Plot No	Ground Cover	Aspect d°	Altitude m	Gradient % (degree°)	Area m ²	Soil S.G.*(A.S.G.*)	Vegetal Environment
1 ㊟*	bare	NE 35.5	58	31 (17.0)	19.100	Volcanic sand	natural high forest
2 ㊟	"	SW 34.3	55	23 (15.5)	19.260	"	"
3 ㊟	"	NE 15.0	55	23 (15.5)	19.230	"	coppice
4 ㊟	"	SW 0.5	56	37 (20.3)	18.760	"	"
5 v	vegetal	NW 4.0	26	47 (25.0)	9.063	"	"
5 b	bare	NE 2.0	26	49 (26.0)	8.938	" 1.47 (1.06)	"
6 v	vegetal	" 45.0	24	65 (33.0)	8.337	"	artificial high forest
6 b	bare	" 47.0	26	64 (32.5)	8.434	" 1.29 (1.03)	"
7 ㊟	"	SW 64.0	36	31 (17.0)	19.120	"	coppice
8 ㊟	"	" 56.5	36	33 (21.0)	18.630	"	artificial high forest

* ㊟ : Supplemental study plot S.G. : Specific gravity
A.S.G. : Apparent specific gravity

Table 1-2. Slope Conditions of Study Plots at
Moshiri, Uryū River Basin.

雨竜川流域・モシリ試験地の条件

Plot No.	Ground Cover	Aspect d°	Altitude m	Gradient % (degree°)	Area m ²	Soil S.G.(A.S.G.)	Vegetal Environment
1 v	vegetal	NE 56	309	32 (18.0)	9.511	light clay	vegetable field
2 b	bare	" 56	309	32 (18.0)	9.511	clay 2.47 (0.98)	"
3 v	vegetal	SE 43	323	23 (15.5)	9.636	light clay	grass field
4 b	bare	" 43	323	23 (15.5)	9.636	clay 2.54 (0.98)	"

Table 1-3. Slope Conditions of Study plots at
Otoineppu, Teshio River Basin.

天塩川流域・オトイネップ試験地の条件

Plot No.	Ground Cover	Aspect d°	Altitude m	Gradient % (degree°)	Area m ²	Soil S.G.(A.S.G.)	Vegetal Environment
1 ㊟	bare	SE 19	64	87(41.0)	7.547	silty clay	natural mixed forest
2	vegetal	" 10	64	87(41.0)	7.547	" loam	"
3	bare	" 10	64	84(40.0)	7.660	silty clay 2.73 (1.22)	"
4 ㊟	"	" 8	64	81(39.0)	7.771	silty clay	"
5 ㊟	"	NW 3	62	100(45.0)	7.070	gravelly clay loam	"
6 ㊟	"	" 3	62	100(45.0)	7.070	"	"
7	"	" 8	66	81(39.0)	7.771	"	"
8	vegetal	" 6	66	87(41.0)	7.547	2.43 (1.19) clay loam	"

Table 1-4. Infiltration-rates (mm/hr) on Study Plot at
Horonai and Moshiri (using Musgrave's Cylinder).

ホロナイとモシリ試験地の滲透レート (マスグレイブ滲透計による mm/hr)

Water-shed, Plot	Cover type	Time in Minute												fc	Date
		1'	3'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		
Tho. 5	Veg	6540	4942	4450	3309	2941	2838	2775	2049	2306	2314	2218	2177	2236	XI, 20'56
	"	1272	1269	1630	1500	1419	1831	1386	1229	1185	1220	1260	1270	1250	"
	Mean	3906	3106	3040	2405	2180	2085	2080	1639	1745	1767	1739	1724	1743	"
Tho. 5	Bare	6600	2700	2140	1850	1580	1400	1480	1500	1340	1800	1230	1170	1233	XI, 20'56
	"	5400	2301	1738	1107	824	760	723	705	672	623	581	553	536	"
	Mean	6000	2500	1939	1478	1202	1080	1101	1102	1006	962	905	862	910	"
Tho. 6	Veg	2058	903	730	757	778	756	740	740	720	618	615	600	611	XI, 20'56
Tho. 6	Bare	1202	962	796	581	590	512	505	469	456	337	370	369	359	XI, 20'56
Umo 1	Veg	1140	699	584	380	429	420	369	362	375	369	358	320	347	IX, 22'56
	"	972	869	680	586	509	502	452	432	418	393	373	350	372	"
	Mean	1006	784	632	483	469	461	411	397	396	381	363	335	360	"
Umo 2	Bare	533	399	164	161	154	147	144	136	141	139	135	130	135	IX, 22'56
	"	529	399	170	156	149	135	136	126	128	116	114	111	114	"
	Mean	531	399	167	158	141	140	140	131	134	128	125	120	125	"
Umo 3	Veg	1566	972	816	740	673	636	644	622	577	552	536	507	532	IX, 22'56
	"	1444	828	684	530	568	333	342	302	243	289	231	204	241	"
	Mean	1505	900	750	635	621	487	498	462	410	420	384	355	337	"
Umo 4	Bare	1542	807	650	533	441	393	332	337	315	302	313	294	303	IX, 22'56
	"	684	432	276	262	260	233	225	228	223	212	202	200	205	"
	Mean	1113	620	463	397	351	313	304	282	269	257	257	247	254	"

Table 1-5. Infiltration-rates (mm/hr) on Study Plot at
Otoineppu (using Musgrave's Cylinder).

オトイネップ試験地の滲透レート (mm/hr)

Water-shed, Plot	Cover type	Time in minute												fc	Date
		1'	3'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		
Tot. 2	Veg	4426	2868	2696	2432	2525	1854	1646	1423	1087	1153	1187	1167	1152	V, 29'57
	"	2660	1500	1414	1436	1339	1303	1267	1179	1121	1103	1147	1052	1102	"
	"	666	807	726	649	601	596	606	600	637	651	600	599	617	VII, 20'56
	Mean	2587	1725	1612	1506	1488	1253	1173	1067	948	967	961	939	956	"
Tot. 3	Bare	800	402	453	430	486	528	418	384	438	432	425	407	438	V, 28'57
	"	267	273	268	236	218	207	227	219	186	193	198	234	208	"
	"	507	315	228	197	189	163	110	93	92	89	90	83	87	VII, 19'56
	Mean	525	330	316	288	298	299	252	232	239	255	238	241	245	"
Tot. 7	Bare	2011	1754	1647	1224	960	1141	920	808	776	728	656	624	669	IX, 26'56
	"	1020	597	576	500	492	504	478	396	414	352	372	363	364	V, 29'57
	"	810	655	578	353	288	243	218	192	170	162	174	178	171	VII, 21'56
	"	295	273	214	167	141	142	151	130	116	133	124	119	125	V, 29'57
	"			320	105	91	84	78	77	65	76	61	53	65	VII, 18'56
	"	516	344	272	96	93	88	60	68	68	64	61	62	62	IX, 26'56
	Mern	930	725	601	408	344	367	318	278	268	253	241	235	243	"
Tot. 8	Veg	1650	825	1074	1055	899	1000	969	932	915	910	887	831	893	V, 29'57
	"	1000	549	480	500	617	504	479	517	483	477	472	435	475	"
	"	992	879	560	575	498	484	467	461	452	431	443	436	437	VII, 21'56
	"	1116	923	798	433	507	420	476	454	440	443	437	418	433	"
	"	1200	740	679	299	338	329	291	215	274	239	258	246	261	IX, 25'56
	Mean	336	264	220	132	109	94	89	88	82	86	88	86	87	"
	Mean	1049	693	635	507	495	472	462	444	441	439	431	425	431	"

Table 1-6 a. Some Climatic Factors at Horonai,
Tomakomai River Basin (1954~55).

ホロナイ試験地の気候

Year	Month	Air Temperature (0.1°C)			Precipitation (0.1 mm)			Snow Cover (cm)	
		Mean	Mean Max.	Mean Min.	Total	Max/day	Date	Max.	Min.
1954	VI	108	163	120	784	240	30	—	—
	VII	151	206	112	978	540	28	—	—
	VIII	191	243	157	2065	440	5	—	—
	IX	165	227	105	922	178	6	—	—
	X	66	149	-1	1447	275	16	—	—
	XI	13	101	-57	225	215	1	—	—
Summer	Σ	694	1089	486	6421	(540)	VII. 28	—	—
1954	XII	-40	76	-95	205	102	3	0	0
1955	I	-75	-13	-147	685	192	9	45	0
	II	-49	2	-127	1285	235	28	58	26
	III	-11	29	-70	649	379	22	79	40
	IV	51	101	-15	457	159	25	42	0
	V	91	142	53	2033	310	30	0	0
Winter	Σ	-33	337	-401	5314	(379)	III. 22	(79)	(40)
Annual	Σ	661	1426	35	11735	(540)	VII. 28	(79)	(40)

Table 1-6 b. Ditto (1955~56). 同上

Year	Month	Air Temperature (0.1°C)			Precipitation (0.1 mm)			Snow Cover (cm)	
		Mean	Mean Max.	Mean Min.	Total	Max/day	Date	Max.	Min.
1955	VI	155	200	105	1265	278	2	—	—
	VII	227	263	190	1662	783	23	—	—
	VIII	235	265	205	3446	307	20	—	—
	IX	172	219	123	1576	597	7	—	—
	X	111	162	64	2544	503	8	—	—
	XI	28	86	-37	849	253	14	15	0
Summer	Σ	928	1195	650	11342	(807)	VIII. 20	(15)	(0)
1955	XII	-6	46	-59	547	200	21	27	0
1956	I	-67	-20	-144	—	—	—	23	11
	II	-60	-20	-135	—	—	—	49	11
	III	-15	16	-65	—	—	—	61	0
	IV	30	76	-25	923	412	17	—	0
	V	96	143	35	747	365	7	—	—
Winter	Σ	-22	241	-393	(2217)	(412)	IV. 17	(61)	(11)
Annual	Σ	906	1436	257	(13559)	(807)	VIII. 20	(61)	(11)

Table 1-6 c. Ditto (1956~57).

ホロナイ試験地の気候

Year	Month	Air Temperature (0.1°C)			Precipitation (0.1 mm)			Snow Cover (cm)	
		Mean	Mean Max.	Mean Min.	Total	Max/day	Date	max.	min.
1956	VI	121	147	90	2215	650	6	—	—
	VII	149	168	134	1762	258	7	—	—
	VIII	146	181	111	775	401	19	—	—
	IX	156	207	103	877	481	26	—	—
	X	113	164	56	1266	508	10	—	—
	XI	33	80	-19	1725	744	23	3	0
Summer	Σ	718	942	475	8620	(744)	XI. 23	(3)	(0)
1956	XII	-84	-14	-132	310	180	8	9	0
1957	I	-96	-31	-164	—	—	—	5	0
	II	-104	-34	-181	—	—	—	—	—
	III	-72	-24	-134	—	—	—	47	—
	IV	-2	56	-65	672	354	21	25	0
	V	127	154	60	1025	429	21	—	—
Winter	Σ	-231	107	-516	(2007)	(429)	V. 21	—	—
Annual	Σ	487	1049	-141	(10627)	(744)	XI. 23	—	—

Table 1-6 d. Numbers of Day with precipitation at Horonai (1953~57).

ホロナイの雨天日数

Year	Month	Rain-fall																			
		10 ≤ ~ < 20 mm					20 ≤ ~ < 30 mm					30 ≤ ~ < 40 mm					≥ 40 mm				
		53 ~54	54 ~55	55 ~56	56 ~57	53 ~54	54 ~55	55 ~56	56 ~57	53 ~54	54 ~55	55 ~56	56 ~57	53 ~54	54 ~55	55 ~56	56 ~57				
VI	2	2	4	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2					
VII	0	1	2	3	0	1	0	4	1	0	1	0	2	1	1	0					
VIII	1	5	4	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1					
IX	0	3	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	1	1					
X	2	6	5	1	0	3	3	1	1	0	0	0	1	0	1	1					
XI	2	0	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2					
Summer Σ	7	17	16	11	3	10	10	6	2	0	1	0	4	2	9	7					
XII	0	1	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0					
I	1	3	—	—	0	0	—	—	0	0	—	—	0	0	—	—					
II	2	3	—	—	0	2	—	—	0	0	—	—	1	0	—	—					
III	1	0	—	—	0	1	—	—	0	1	—	—	0	0	—	—					
IV	3	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0					
V	2	5	1	2	2	2	0	1	0	2	1	0	0	0	0	1					
Winter Σ	9	14	(4)	(5)	2	5	(1)	(1)	1	3	(1)	(1)	3	0	(1)	(1)					
Annual Σ	16	31	(20)	(16)	5	15	(11)	(7)	3	3	(2)	(1)	7	2	(10)	(1)					

Table 1-7 a. Some Climatic factors at Moshiri,
Uryū River Basin (1954~55).

モシリ試験地の気候

Year	Month	Air Temperature (0.1°C)			Precipitation (0.1 mm)			Snow Cover (cm)	
		Mean	Mean Max.	Mean Min.	Total	Max/day	Date	Max.	Min.
1954	VI	127	240	59	60	30	4, 5	—	—
	VII	172	260	97	990	290	29	—	—
	VIII	192	250	152	2300	470	23	—	—
	IX	173	217	11	890	250	25	—	—
	X	54	119	0	730	120	29	—	—
	Summer	Σ	718	1086	418	4970	(470)	VIII, 23	—
1955	XI	-33	46	-66	220	100	8	50	0
	XII	-64	1	-99	280	180	2	70	0
	I	-161	-40	-213	—	—	—	125	50
	II	-106	-10	-161	—	—	—	150	110
	III	-50	39	-111	190	140	18	180	130
	IV	46	76	-36	740	350	9	140	30
	V	123	170	23	630	190	13	25	0
Winter	Σ	-245	282	-663	(2060)	(350)	IV, 9	(180)	(130)
Annual	Σ	473	1368	-245	(7080)	(470)	VIII, 23	(180)	(130)

Table 1-7 b. Ditto (1955~56). 同上

Year	Month	Air Temperature (0.1°C)			Precipitation (0.1 mm)			Snow Cover (cm)	
		Mean	Mean Max.	Mean Min.	Total	Max/day	Date	Max.	Min.
1955	VI	87	247	88	1040	240	20, 25	—	—
	VII	262	326	170	2370	960	4	—	—
	VIII	231	254	159	5230	1860	18	—	—
	IX	136	198	87	890	300	17	—	—
	X	61	118	-28	2950	460	9	21	0
	Summer	Σ	777	1138	486	12980	(1860)	VIII, 18	(21)
1955	XI	-7	45	-45	770	300	6	35	0
	XII	-45	81	-91	270	160	6	75	15
1956	I	-103	12	-302	3416	737	29	145	63
	II	-102	10	-335	2004	488	11	223	142
	III	-55	87	-336	906	163	16	215	177
	IV	22	161	-36	1450	372	16	180	45
	V	112	248	-7	469	134	16	40	0
Winter	Σ	-173	639	-1152	9285	(737)	I, 29	(223)	(177)
Annual	Σ	599	1777	-666	22265	(1860)	VIII, 18	(223)	(177)

Table 1-7 c. Ditto (1956~57).

モシリ試験地の気候

Year	Month	Air Temperature (0.1°C)			Precipitation (0.1 mm)			Snow Cover (cm)	
		Mean	Mean Max.	Mean Min.	Total	Max/day	Date	Max.	Min.
1956	VI	144	185	67	984	291	5	—	0
	VII	176	217	133	1149	188	23	—	—
	VIII	170	203	126	1871	371	13	—	—
	IX	162	201	83	831	157	2	—	—
	X	86	141	8	1356	282	9	3	0
Summer	Σ	738	947	417	6141	(371)	VIII, 13	(3)	(0)
1956	XI	-7	135	-204	3076	574	15	104	0
	XII	-94	14	-307	2738	273	17	195	104
1957	I	-114	24	-344	1661	273	9	220	175
	II	-115	-13	-348	1483	243	13	245	189
	III	-74	66	-132	1312	384	31	227	205
	IV	25	136	-63	920	144	1	238	80
	V	90	256	7	533	114	12	72	0
Winter	Σ	-289	618	-1391	11728	(574)	XI, 15	(245)	(205)
Annual	—	449	1565	-974	17869	(574)	XI, 15	(245)	(205)

Table 1-7 d. Numbers of Day with Precipitation at Moshiri (1953~57).

モシリ試験地の雨天日数

Year	Moth	Rain-fall																			
		10 ≤ ~ < 20 mm					20 ≤ ~ < 30 mm					30 ≤ ~ < 40 mm					≥ 40 mm				
		53 ~54	54 ~55	55 ~56	56 ~57	53 ~54	54 ~55	55 ~56	56 ~57	53 ~54	54 ~55	55 ~56	56 ~57	53 ~54	54 ~55	55 ~56	56 ~57				
Summer	VI	4	0	3	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
	VII	3	2	2	4	0	3	1	0	2	0	1	0	1	0	3	0				
	VIII	3	4	6	3	1	1	0	3	1	1	0	1	2	2	4	0				
	IX	3	1	1	5	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0				
	X	2	1	5	4	0	0	4	2	0	0	2	0	0	0	1	0				
Summer	Σ	15	8	17	18	1	6	9	6	3	1	4	1	3	2	8	0				
Winter	XI	11	3	6	5	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	2				
	XII	8	5	1	9	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0				
	I	1	6	—	3	0	0	—	1	1	0	—	0	0	0	—	0				
	II	2	7	—	5	2	1	—	1	0	1	—	0	0	0	—	0				
	III	2	9	—	2	0	0	—	0	0	0	—	1	0	0	—	0				
Winter	Σ	27	34	(8)	23	4	3	(2)	7	2	2	(0)	1	0	0	(0)	2				
Annual	Σ	42	42	(25)	46	5	9	(11)	13	5	3	(4)	2	3	2	(8)	2				

Table 1-8 a. Some Climatic factors at Otoineppu,
Teshio River Basin (1954~55).

オトイネップ試験地の気候

Year	Month	Air Temperature (0.1°C)			Precipitation (0.1 mm)			Max. Snow Cover (cm)
		Mean	Mean Max.	Mean Min.	Total	Max/day	Date	
1954	VI	121	201	41	149	64	30	—
	VII	148	212	84	1098	430	28	—
	VIII	186	228	144	1601	272	8	—
	IX	174	220	127	1327	420	26	—
	X	76	132	20	1349	320	23	—
Summer	Σ	705	998	416	5524	(430)	VII, 28	—
1954	XI	9	64	-46	734	140	14	—
	XII	-27	-4	-49	2005	280	1	—
1955	I	-108	-55	-162	1408	229	9	118
	II	-74	-12	-136	2080	427	21	168
	III	-36	11	-83	1432	207	13	170
	IV	20	60	-20	1166	400	8	118
	V	86	133	39	832	230	7	—
Winter	Σ	-130	197	-457	9657	(427)	II, 21	(170)
Annual	Σ	575	1190	-41	15181	(430)	VII, 28	(170)

Table 1-8 b. Ditto (1955~56). 同上

Year	Month	Air Temperature (0.1°C)			Precipitation (0.1 mm)			Max. Snow Cover (cm)
		Mean	Mean Max.	Mean Min.	Total	Max/Day	Date	
1955	IV	146	201	91	1455	280	19	—
	VII	220	273	167	2972	974	11	—
	VIII	202	244	160	3733	877	30	—
	IX	136	185	87	1163	220	18	—
	X	88	132	44	2671	467	8	—
Summer	Σ	792	1035	549	11994	(974)	VII, 11	—
1955	XI	20	53	-22	2266	331	30	24
	XII	-33	2	-67	2575	368	5	78
1956	I	-96	-85	-108	2183	191	9	189
	II	-96	-46	-146	2289	436	11	200
	III	-53	10	-115	1241	173	1	220
	IV	36	85	-12	765	210	17	158
	V	123	199	47	502	153	6	—
Winter	Σ	-99	218	-423	11821	(436)	II, 11	(200)
Annual	Σ	693	1258	126	23315	(974)	VII, 11	(200)

Table 1-8 c. Ditto (1956~57).

オトイネツプ試験地の気候

Year	Month	Air Temperature (0.1°C)			Precipitation (0.1 mm)			Max. Snow Cover (cm)
		Mean	Mean Max.	Mean Min.	Total	Max/Day	Date	
1956	VI	128	186	70	1084	250	5	—
	VII	167	210	123	1008	233	7	—
	VIII	174	211	137	2100	384	3	—
	IX	160	215	104	748	171	25	—
	X	95	149	41	1266	284	9	—
Summer	Σ	722	971	475	6206	(384)	VIII, 3	—
1956	XI	5	33	-24	2547	232	17	100
	XII	-81	-30	-132	1920	241	4	142
1957	I	-101	-47	-156	1105	139	9	162
	II	-97	-43	-151	1119	148	18	220
	III	-74	-25	-122	874	137	8	225
	IV	37	78	-3	585	130	8	192
	V	121	206	36	742	195	21	—
Winter	Σ	-190	172	-552	8892	(241)	XII, 4	(225)
Annual	Σ	532	1443	-127	15098	(384)	VIII, 3	(225)

Table 1-8 d. Numbers of Day with Precipitation at Otoineppu (1954~57).

オトイネツプ試験地の雨天日数

Year	Month	Rain-fall											
		10 ≤ ~ < 20 mm			20 ≤ ~ < 30 mm			30 ≤ ~ < 40 mm			≥ 40 mm		
		54 ? 55	55 ? 56	56 ? 57	54 ? 55	55 ? 56	56 ? 57	54 ? 55	55 ? 56	56 ? 57	54 ? 55	55 ? 56	56 ? 57
Summer	VI	0	3	3	0	3	1	0	0	0	0	0	0
	VII	0	0	2	2	0	1	0	1	0	1	4	0
	VIII	4	1	5	3	0	2	0	0	2	0	6	0
	IX	1	4	2	2	1	0	0	0	0	1	0	0
	X	4	10	3	0	2	2	1	0	0	0	1	0
Summer	Σ	9	18	15	7	6	6	1	1	2	2	11	0
Winter	XI	3	5	4	0	2	5	0	1	0	0	0	0
	XII	2	7	6	3	3	1	0	1	0	0	0	0
	I	7	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	4	4	5	1	3	0	0	0	0	1	1	0
	III	4	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	2	2	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
V	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Winter	Σ	25	34	26	8	9	6	0	2	0	2	1	0
Annual	Σ	34	52	41	15	15	12	1	3	2	4	12	0

Table 1-9 a. Vegetation on Study Plot, No. 5 v, at Horonai.

ホロナイ No. 5 v, 試験区の植生

Herbs

⊙ <i>Artemisia montana</i> PAMPAN.	エゾヨモギ
⊙ <i>Sonchus brachyotis</i> DC.	ハチジョウナ
⊙ <i>Carex breviculmis</i> R. BR.	アオスゲ
⊙ <i>Anaphalis margaritacea</i> BENTH. et HOOK. fil.	ヤマハハコ
<i>Polygonum longisetum</i> DE BRUYN	イヌタデ
<i>Agrimonia pilosa</i> LEDEB.	キンミズヒキ
<i>Ranunculus ternatus</i> THUNB.	キツネノボタン
⊙ <i>Commelina communis</i> LINN.	ツユクサ

Woody Plants

⊙ <i>Aralia elata</i> SEEMANN	タラノキ
<i>Carpinus cordata</i> BLUME	サワシバ
⊙ <i>Rubus Idaeus</i> LINN. var. <i>aculeatissimus</i> C. A. MEY.	エゾイチゴ
<i>Tilia japonica</i> SIMONKAI	シナノキ
<i>Acer Mono</i> MAXIM.	イタヤカエデ
<i>Salix Bakko</i> KIMURA	バッコヤナギ
<i>Euonymus Sieboldianus</i> BLUME	マユミ
<i>Alnus hirsuta</i> TURCZ.	ケヤマハンノキ
<i>Ulmus Davidiana</i> PLANCH. var. <i>japonica</i> NAKAI	ハルニレ
<i>Betula platyphylla</i> SUKATCHEV var. <i>japonica</i> HARA	シラカンバ
<i>Fraxinus mandshurica</i> RUPR. var. <i>japonica</i> MAXIM.	ヤチダモ
<i>Morus bombycis</i> KOIDZ.	ヤマグワ
<i>Prunus Sargentii</i> REHDER	オオヤマザクラ
<i>Phellodendron amurense</i> RUPR.	キハダ
<i>Sorbus alnifolia</i> C. KOCH	アズキナシ
<i>Syringa reticulata</i> HARA	ハシドイ
<i>Spiraea salicifolia</i> LINN.	ホザキシモツケ

⊙: Natural invasion plants on bare plots 5b.

ハゲ地試験区 5 b. への侵入植生

Table 1-9 b. Ditto, No. 6 v.

同上 No. 6 v. 試験区の植生

Herbs

<i>Tiarella polyphylla</i> D. DON.	ズダヤクシユ
<i>Artemisia montana</i> PAMPAN.	エゾヨモギ

Herbs

① <i>Sonchus brachyotis</i> DC.	ハチジョウナ
① <i>Viola grypoceras</i> A. GRAY	タチツボスミン
<i>Pilea mongolica</i> WEDDELL	アオミズ
① <i>Dryopteris crassirhizoma</i> NAKAI	オシダ
<i>Impatiens noli-tangere</i> LINN.	キツリフネ
① <i>Pachysandra terminalis</i> SIEB. et ZUCC.	フッキソウ
① <i>Anaphalis margaritacea</i> BENTH. et HOOK. fil.	ヤマハハコ
① <i>Plantago lanceolata</i> LINN.	ヘラオオバコ

Woody Plants

<i>Picea excelsa</i> LINK.	オウシュウトウヒ
<i>Rhus ambigua</i> LAVALLÉE, ex DIPPEL	ツタウルシ
<i>Fraxinus mandshurica</i> RUPR. var. <i>japonica</i> MAXIM.	ヤチダモ
<i>Euonymus Sieboldianus</i> BLUME	マユミ
<i>Carpinus cordata</i> BLUME	サワシバ
<i>Kalopanax septemlobus</i> KOIDZ.	ハリギリ
① <i>Acer Mono</i> MAXIM.	イタヤカエデ
<i>Aralia elata</i> SEEMANN	タラノキ
<i>Morus bombycis</i> KOIDZ.	ヤマグワ
<i>Magnolia obovata</i> THUNBERG	ホウノキ
<i>Salix Bakko</i> KIMURA	バッコヤナギ
<i>Betula platyphylla</i> SUKATCHEV var. <i>japonica</i> HARA	シラカンバ
<i>Fraxinus Sieboldiana</i> BLUME	アオダモ
<i>Acanthopanax divaricatus</i> SEEMANN	ケヤマウコギ
<i>Sorbus commixta</i> HEDL.	コシアブラ
<i>Tilia japonica</i> SIMONKAI	シナノキ
① <i>Hydrangea Petiolaris</i> SIEB. et ZUCC.	ゴトウズル
<i>Sorbus alnifolia</i> C. KOCH	アズキナシ
① <i>Rubus Idaeus</i> LINN. var. <i>aculeatissimus</i> C. A. MEY.	エゾイチゴ
<i>Alnus hirsuta</i> TURCZ.	ケヤマハンノキ
<i>Picrasma quassioides</i> BENN.	ニガキ
<i>Phellodendron amurense</i> RUPR.	キハダ

①: Natural invasion plants on bare plot 6 b.

Table 1-10 a. Vegetation on Study Plot, No. 1 v, at Moshiri.

モシリ No. 1 v. 試験区の植生

Herbs

<i>Sasa palmata</i> NAKAI	クマイザサ
<i>Eupatorium Glehni</i> FR. SCHM., ex TRAUTV.	ヨツバヒヨドリ
⊙ <i>Rumex Acetosella</i> LINN.	ヒメスイバ
⊙ <i>Polygonum aviculare</i> LINN.	ミチヤナギ
<i>Cephalonoplos setosum</i> KITAM.	エゾノキツネアザミ
⊙ <i>Sonchus brachyotis</i> DC.	ハチジョウナ
⊙ <i>Polygonum sachalinense</i> FR. SCHM.	オオイタドリ
<i>Viola grypoceras</i> A. GRAY	タチツボスミレ
⊙ <i>Leibnitzia Anandria</i> NAKAI	センボンヤリ
<i>Isodon inflexus</i> KUDO	ヤマハッカ
⊙ <i>Artemisia montana</i> PAMPAN.	エゾヨモギ

Woody Plants

⊙ <i>Rubus Idaeus</i> LINN. var. <i>aculeatissimus</i> C. A. MEY.	エゾイチゴ
<i>Hydrangea paniculata</i> SIEBOLD.	ノリウツギ
<i>Betula platyphylla</i> SUKATCHEV var. <i>japonica</i> HARA	シラカンバ
⊙: Natural invasion plants on bare plot 2 b.	

Table 1-10 b. Ditto, No. 3 v.

同上 No. 3 v. 試験区の植生

Herbs

⊙ <i>Sasa palmata</i> NAKAI	クマイザサ
⊙ <i>Phleum pratense</i> LINN.	オオアワガエリ
⊙ <i>Artemisia montana</i> PAMPAN.	エゾヨモギ
<i>Senecio cannabifolius</i> LESS.	ハンゴンソウ
⊙ <i>Chenopodium album</i> LINN. var. <i>centrorubrum</i> MAKINO	アカザ
⊙ <i>Taraxacum hondoense</i> NAKAI, ex H. KOIDZ.	エゾタンポポ
<i>Cephalonoplos setosum</i> KITAM.	エゾノキツネアザミ
⊙ <i>Poa annua</i> LINN.	スズメノカタビラ
<i>Sonchus brachyotis</i> DC.	ハチジョウナ

Woody Plants

⊙ <i>Rubus Idaeus</i> LINN. var. <i>aculeatissimus</i> C. A. MEY.	エゾイチゴ
<i>Sambucus Sieboldiana</i> BLUME. ex GRAEBNER var. <i>Miquelii</i> HARA	エゾニワトコ
⊙: Natural invasion plants on bare plot 4 b.	

Table 1-11 a. Vegetation on Study Plot, No. 2 v, at Otoineppu.

オトイネツプ No. 2v. 試験区の植生

Herbs

<i>Chloranthus japonicus</i> SIEB.	ヒトリシズカ
⊙ <i>Laportea bulbifera</i> WEDDELL	ムカゴイラクサ
⊙ <i>Cacalia hastata</i> LINN.	ヨブスマソウ
<i>Schizophragma hydrangeoides</i> SIEB. et ZUCC.	イワガラミ
<i>Cardamine leucantha</i> O. E. SCHULZ	コンロンソウ
⊙ <i>Polygonum sachalinense</i> FR. SCHM.	オオイタドリ
<i>Allium Victorialis</i> LINN. var. <i>platyphyllum</i> MAKINO	ギョウジャニンニク
<i>Sasa palmata</i> NAKAI	クマイザサ
⊙ <i>Cephalonoplos setosum</i> KITAM.	エゾノキツネアザミ

Woody plants

<i>Rhus ambigua</i> LAVALLÉF. ex DIPPEL	ツタウルシ
<i>Quercus mongolica</i> FISCHER. var. <i>grosseserrata</i> REHD. et WILS.	ミズナラ
<i>Hydrangea petiolaris</i> SIEB. et ZUCC.	ゴトウズル
<i>Tilia japonica</i> SIMONAI	シナノキ
<i>Acer Mono</i> MAXIM.	イタヤカエデ
<i>Euonymus Sieboldianus</i> BLUME	マユミ
<i>Ulmus Davidiana</i> PLANCH. var. <i>japonica</i> NAKAI	ハルニレ
<i>Actinidia Polygama</i> MAXIM.	マタタビ
⊙ <i>Vitis Coignetiae</i> PULLIAT.	ヤマブドウ
<i>Euonymus oxyphyllus</i> MIQ.	ツリバナ
<i>Symplocos chinensis</i> DRUCE forma <i>pilosa</i> OHWI	サワフタギ
<i>Tilia Maximowicziana</i> SHIRASAWA	オオバボダイジュ

⊙: Natural invasion plants on bare plot 3 b.

Table 1-11 b. Ditto, No. 8 v.

同上 No. 8 v. 試験区の植生

Herbs

<i>Cacalia hastata</i> LINN.	ヨブスマソウ
<i>Rumohra Standishii</i> CHING.	リヨウメンシダ
<i>Senecio cannabifolius</i> LESS.	ハンゴンソウ
<i>Polystichum tripterum</i> PRESL.	ジュウモンシシダ
◎ <i>Laportea bulbifera</i> WEDDELL	ムカゴイラクサ
◎ <i>Impatiens noli-tangere</i> LINN.	キツリフネ
<i>Eupatorium Glehni</i> FR. SCHM., ex TRAUTV.	ヨツバヒヨドリ
◎ <i>Adenocaulon himalaicum</i> EDGEW.	ノブキ
◎ <i>Aralia cordata</i> THUNB.	ウド
◎ <i>Cacalia auriculata</i> DC.	ミミコウモリ
<i>Cayratia japonica</i> GAGN.	ヤブカラシ
◎ <i>Heracleum Moellendorffii</i> HANCE	オオハナウド
◎ <i>Astilbe Thunbergii</i> MIQ. var. <i>congesta</i> H. BOISS.	トリアンシヨウマ
◎ <i>Anemone flaccida</i> FR. SCHM.	ニリンソウ
◎ <i>Erythronium japonicum</i> DECNE.	カタクリ
<i>Petasites japonicus</i> MAXIM. var. <i>giganteus</i> HORT., ex NICHOLS.	オオブキ
<i>Anemone yezoensis</i> KOIDZ.	エゾイチゲ

Woody Plants

<i>Hydrangea macrophylla</i> SERINGE var. <i>acuminata</i> MAKINO	ヤマアジサイ
<i>Viburnum furcatum</i> BLUME	オオカメノキ
<i>Tilia japonica</i> SIMONKAI	シナノキ

◎: Natural invasion plants on bare plot 7 b.

Table 1-12. Erosion Losses from Study Plot (in g/10 m² = kg/ha)

斜面浸食量の総括

Watershed	Plot No. & cover	1st Year VI'53~V'54		2nd Year VI'54~V'55		3rd Year VI'55~V'56		4th Year VI'56~V'57		Years Sum VI'53~ V'57	Annual mean VI'53~ V'57	Annual Sum Y ₂ Y ₃ Y ₄			Semiannual Sum Summer Winter VI'54~V'57		Years Sum VI'54~ V'57
		*S	*W	S	W	S	W	S	W			VI'54~ V'57	VI'54~ V'57	VI'54~ V'57	VI'54~ V'57	VI'54~ V'57	
Horonai, Tomakomai	5 vegetal	47	15	31	9	13	9	7	2	133	33	40	22	9	51	20	71
	5 bare	145	100	154	43	396	239	325	146	1553	388	202	635	471	875	433	1303
	6 v.	32	17	20	6	41	39	8	2	165	41	26	80	10	69	47	116
	6 b.	65	32	123	6	317	34	407	27	1016	254	134	351	434	852	67	919
	Sum	289	164	333	69	767	321	747	177	2367	179	402	1088	924	1847	567	2414
Moshiri, Uryū	1 v.	1533	39	82	6	21	33	29	25	1318	454	33	54	54	132	64	196
	2 b.	3696	83	2365	40	41271	141	23636	2248	73485	18371	2405	41412	25384	67272	2429	69701
	3 v.	53	52	61	6	20	75	48	5	320	80	67	95	53	129	86	215
	4 b.	436	46	339	21	32993	166	12443	10542	56986	14247	360	33159	22985	45775	10729	56504
	Sum	5768	225	2347	73	74305	415	36156	12820	132609	8288	2920	74720	48976	113308	13308	126616
Otoineppu, Teshio	2 v.	—	—	257	15	16	134	148	139	709	236	272	150	287	421	288	709
	3 b.	—	—	6996	61	3764	1649	12877	2359	27706	9235	7057	5413	15236	23637	4069	27706
	8 v.	—	—	276	57	99	7	81	19	539	130	333	106	100	456	83	539
	7 b.	—	—	2477	2100	18911	1134	2539	205	27416	9139	4577	20045	2794	23977	3439	27416
	Sum	—	—	10006	2233	22790	2924	15695	2722	56370	4698	12239	25714	18417	48491	7879	56370

* S : Summer~Autumn season 夏秋期

W : Winter~Spring season 冬春期

Table 1-13. Variation of Erosion Losses (in per milli)

斜面浸食量の變動 (%)

Watershed	Plot No. & Cover	2nd Year		3rd Year		4th Year		Sum VI'54~ V'57	Annual			Semiannual	
		S	W	S	W	S	W		Y ₂	Y ₃	Y ₄	Summer	Winter
Horonai,	5 vegetal	437	127	183	127	098	028	1000	564	310	126	718	282
	6 v.	172	052	354	336	069	017	1000	224	690	086	595	405
Tomakomai	5 bare	118	037	303	183	248	111	1000	155	486	359	669	331
	6 b.	139	007	345	037	443	029	1000	146	382	472	927	073
Sum	{vegetal	278	080	289	257	080	021	1000	353	546	101	642	358
	{bare	126	024	320	125	323	077	1000	150	445	405	774	226
	{Sum	138	029	318	133	309	073	1000	167	451	382	765	235
Moshiri,	1 v.	418	031	107	163	148	128	1000	449	275	276	673	327
	3 v.	284	028	093	349	223	023	1000	312	442	246	600	400
Uryū	2 b.	034	001	592	002	339	032	1000	035	594	371	965	035
	4 b.	006	001	584	003	220	186	1000	007	587	406	810	190
Sum	{vegetal	348	029	100	263	187	073	1000	377	363	260	635	365
	{bare	021	001	533	002	286	102	1000	022	590	383	895	105
	{sum	023	001	537	003	285	101	1000	024	590	286	895	105
Otoineppu,	2 v.	362	021	023	189	209	196	1000	333	212	405	594	406
	8 v.	512	106	184	013	150	035	1000	618	197	185	846	154
Teshio	3 b.	252	002	136	060	465	085	1000	254	196	550	853	147
	7 b.	090	077	690	041	094	008	1000	167	731	102	874	126
Sum	{vegetal	427	058	092	113	183	127	1000	485	205	310	702	293
	{bare	172	039	411	050	281	047	1000	211	461	328	864	136
	{sum	178	040	404	052	278	048	1000	218	456	326	860	140
Total Sum	{vegetal	394	053	114	161	174	104	1000	447	275	278	632	318
	{bare	063	012	532	018	285	085	1000	080	550	370	885	115
	{sum	071	013	523	020	283	085	1000	084	548	368	882	118

Table 1-14. Depths (mm) of Slope Soil Erosion on Study Plot at Horonai (June '53~May '57).

ホロナイ試験地の斜面浸食深

Study Plot No.	1st Year		2nd Year		3rd Year		4th Year		Sum	Mean
	S	W	S	W	S	W	S	W		
1 bare	*+4	2	48	0	13	0	0	2	+69	112
	*-13	-8	-0	-27	-5	-17	-48	-37	-155	
2 bare	+6	4	0	2	12	8	7	12	+51	83.5
	-7	-14	-26	-2	-12	-15	-40	-0	-116	
3 bare	+0	10	32	9	0	9	0	0	+60	110.5
	-18	-4	-0	-1	-34	-17	-52	-35	-161	
4 bare	+4	8	111	16	167	39	37	67	+449	292
	-23	-32	-21	-0	-13	-41	-0	-0	-135	
5 bare	+3	0	20	58	0	8	0	0	+89	145.5
	-8	-20	-39	-0	-49	-25	-39	-22	-202	
6 bare	+0	17	33	50	7	29	4	0	+140	117.5
	-28	-0	-0	-0	-13	-0	-36	-18	-95	
7 bare	+2	15	5	7	3	27	14	8	+81	108
	-20	-9	-35	-4	-40	-15	-1	-11	-135	
8 bare	+0	29	2	29	5	80	16	0	+161	147.5
	-22	-0	-2	-0	-49	-0	-0	-61	-134	
Sum	+19	+85	+251	+171	+207	+200	+78	+89	+1100	
	-144	-87	-123	-34	-215	-130	-216	-184	-1133	
Mean	81.5	86	187	102.5	211	165	147	136.5		

* +: Deposited depth (mm) 堆積深 -: Scoured depth (mm) 洗掘深

Table 1-15. Depths (mm) of Slope Soil Erosion on study Plot at Moshiri (July '53~May '57).

モシリ試験地の斜面浸食深

Study Plot No.	1st Year		2nd Year		3rd Year		4th Year		Sum	mean
	S	W	S	W	S	W	S	W		
2 bare	*-0	-4	-11	-1	-65	-6	-8	-0	-95	94
	*+63	+12	+0	+6	+0	+1	+4	+7	+93	
4 bare	-0	-2	-9	-1	-5	-7	-23	-2	-49	86.5
	+94	+1	+0	+11	+6	+1	+0	+11	+124	
Sum	-0	-6	-20	-2	-70	-13	-31	-2	-144	
	+157	+13	+0	+17	+6	+2	+4	+18	+217	
Mean	78.5	9.5	10	9.5	88	7.5	17.5	10		

* -: Scoured depth (mm) +: Deposited depth (mm)

Table 1-16. Depths (mm) of Soil Erosion on Study Plot at Otoineppu (July '54~May '57).

オトイネップ試験地の斜面浸食深

Study Plot No.	1st Year		2nd Year		3rd Year		Sum	Mean
	S	W	S	W	S	W		
1 bare	*-2	-0	-11	-4	-6	-0	-23	94
	*+35	+53	+41	+9	+13	+14	+165	
3 bare	-0	-1	-15	-8	-6	-0	-30	67
	+19	+24	+21	+15	+5	+20	+104	
4 bare	-12	-36	-17	-10	-7	-108	-190	112.5
	+3	+1	+11	+4	+16	+0	+35	
Sum	-14	-37	-43	-22	-19	-108	-243	
	+57	+78	+73	+28	+34	+34	+304	
5 bare	-14	-45	-14	-1	-17	-0	-91	161.5
	+13	+33	+14	+80	+40	+52	+232	
6 bare	-1	-6	-51	-0	-17	-6	-81	120.5
	+17	+22	+15	+57	+25	+24	+160	
7 bare	-0	-0	-11	-0	-5	-0	-16	60
	+34	+27	+8	+18	+2	+15	+104	
Sum	-15	-51	-76	-1	-39	-6	-16	
	+64	+82	+37	+155	+67	+91	+104	
Total Sum	-29	-88	-119	-23	-58	-114	-431	
	+121	+160	+110	+183	+101	+125	+800	
Mean	75	124	114.5	103	79.5	119.5		

* + : Deposited depth (mm)

- : Scoured depth (mm)

Table 1-17. Comparison of Two Methods of Slope
Soil Erosion Measurement (in per cent).

斜面浸食量の測定2方法の比較 (%)

Watershed	Plot No.	Method of Measurement	1st Year		2nd Year		3rd Year		Sum	Annual			Semiannual	
			S	W	S	W	S	W		Y ₁	Y ₂	Y ₃	Summer	Winter
Horonai, Tomakomai	5 bare	Box	11.74	3.66	30.30	18.30	24.85	11.15	100	15.40	48.60	36.00	66.89	33.11
		Piles	22.41	0.00	23.16	14.37	22.41	12.65	100	22.41	42.53	35.06	72.98	27.01
	6 bare	Box	13.94	0.64	34.45	3.74	44.26	2.97	100	14.58	38.19	47.23	92.65	7.35
		Piles	0.00	0.00	19.40	0.00	53.73	26.87	100	0.00	19.40	80.60	73.13	26.87
	Mean	Box	12.62	2.46	31.95	12.51	32.56	7.90	100	15.08	44.46	40.46	77.13	22.87
		Piles	11.20	0.00	23.78	7.19	33.07	19.76	100	11.20	30.97	57.83	73.05	26.95
Moshiri, Uryū	2 bare	Box	3.39	0.06	59.21	0.20	33.91	3.23	100	3.45	59.41	37.14	96.51	3.49
		Piles	12.09	1.10	71.43	6.59	8.79	0.00	100	13.19	78.02	8.79	92.31	7.69
	4 bare	Box	0.60	0.04	58.39	0.29	22.02	13.66	100	0.64	58.68	40.68	81.01	18.99
		Piles	19.15	2.13	10.64	14.89	48.94	4.25	100	21.28	25.53	53.19	78.73	21.27
	Mean	Box	2.14	0.05	58.84	0.24	28.55	10.18	100	2.19	59.08	33.73	89.52	10.48
		Piles	15.62	1.62	41.04	10.74	28.86	2.12	100	17.24	51.78	30.93	85.52	14.48
Otoineppu, Teshio	3 bare	Box	25.25	0.22	13.58	5.95	46.48	8.52	100	25.47	19.53	55.00	85.31	14.69
		Piles	0.00	3.30	50.00	26.70	20.00	0.00	100	3.30	76.70	20.00	70.00	30.00
	7 bare	Box	9.04	7.66	68.98	4.13	9.44	0.75	100	16.70	73.11	10.19	87.46	12.54
		Piles	0.00	0.00	68.80	0.00	31.20	0.00	100	0.00	68.00	31.20	100.00	0.00
	Mean	Box	17.13	3.95	41.33	5.04	27.93	4.62	100	21.08	46.37	32.55	86.39	13.61
		Piles	0.00	1.65	59.40	13.35	25.60	0.00	100	1.65	72.75	25.60	85.00	15.00

Table 1-18. Soil Textures of Bare Plots at Otoineppu, Teshio River Basin.

オトネツプにおけるハゲ斜面区の土性

Texture	Mean Values		Values of Student's "t"
	SE Face (Plot, 3 b)	NW Face (Plot, 7 b)	
Water Content %	43.1	31.0	6.32**
Specific Gravity	2.78	2.48	0.89
Apparent S. G.	1.22	1.19	0.71
Porosity %	68.4	63.2	1.35
Water Holding Capacity % (fine soil)	59.6	49.4	2.79*
Dispersion Ratio %	56	70	2.88*
Liquid Limit	59.5	54.4	2.46*
Plastic Limit	38.1	41.0	2.61*

** Significant level: $\alpha=0.01, d.f.=6$

* " " " : $\alpha=0.05, "$

Table 1-19. Run-off from Autumn Rainfall on Bare Plot at Otoineppu (September 1955).

オトネツプのハゲ斜面区からの秋雨による流出

Date	Time	Amount of Rainfall mm		Run-off Water mm		Erosion-loss g/10 m ²	
		Face of Slope					
		SE	NW	SE	NW	SE	NW
16	11.40						
	12.50	3.3	1.4	2.3	0.0		
	17.30	8.2	6.3	7.6	0.8		
17	7.00	3.3	1.7	2.2	0.0		
18	8.50	8.9	5.7	7.6	0.2		
19	9.00	22.0	13.9	20.2	1.6		
	11.00	8.2	5.3	5.8	0.4		
	13.00	2.7	1.4	2.4	0.1		
Sum		56.6	35.7	48.1	3.1	78	2840

Table 1-20. Soil Factors in Annual Erosion Losses from Vegetal and Bare Plot.

ハゲ地区と植生区からの年浸食量と土性要因

Watershed	Plot Cover	Annual Erosion t/ha	Infiltration -rate 10 ³ mm/hr	Dispersion Ratio %	Silt + Clay %	Liquid Limit %
Horonai, Tomakomai	Vegetal	0.087	1.366	—	—	—
	Bare	0.321	0.724	—	—	—
	Mean	0.179	1.045	—	—	—
Moshiri, Uryū	Vegetal	0.267	0.375	21.6	77.0	{NE: 57.9}
	Bare	16.309	0.191	12.7	78.4	
	Mean	8.288	0.288	17.7	77.7	61.5
Otoineppu, Teshio	Vegetal	0.208	0.603	33.1	60.5	{NW: 35.5}
	Bare	9.187	0.243	29.1	51.8	
	Mean	4.698	0.423	31.1	56.2	45.9
Mean	Vegetal	0.171	0.781	27.4	68.8	{N: 46.7}
	Bare	8.606	0.386	20.9	65.1	
	Mean	4.388	0.584	24.2	67.0	53.7

Table 1-21. Rainfall Factors in Erosion Losses from Bare Plot in Summer Season.

ハゲ地区からの夏秋期斜面浸食量と降雨要因

Watershed	Year	Summer Erosion (E _s) t/ha	Amount of Rainfall (P) mm	No. of Rainy Day (10 mm ≤) (N)
Horonai, Tomakomai.	1953	0.105	650	16
	54	0.141	642	29
	55	0.357	1134	36
	56	0.366	862	24
	Sum Mean	0.969 0.24225	3233 822	105 26.25
Moshiri, Uryū	1953	2.066	632	22
	54	1.352	497	17
	55	37.132	1298	38
	56	18.040	614	25
	Sum Mean	58.590 14.6475	3091 772.75	102 25.5
Otoineppu, Teshio	1954	4.737	552	19
	55	11.333	1199	36
	56	7.733	621	23
	Sum Mean	23.803 7.936	2372 790.667	78 26

Table 1-22a. Maximum Depths of Snow Cover (cm)
and Frozen Soil (-cm) at Horonai (1953~'54).

ホロナイにおける最大積雪深 (cm) と凍土深 (-cm)

Plot No.	Aspect Veg. Env.	Date	1953		1954					
			XII 8	II 27	III 29	IV 7	V 2	VI 1		
1	N*		9	39	36	15	0			
	F*		-6	-22	-20	-0				
2	S		0	24	15	0				
	F		-7	-10	-14	-5~-14	-0			
3	N*		7	54	36	7	0			
	C*		-9	-26	-30	-2~-30	-0			
4	S		0	14	0	0				
	C		-6	-20	-12	-6~-12	-0			
5	N		0	30	33	0				
	C		-11	-36	-31	-2~-31	-12~-25			-0
6	N		5	20	14	0				
	F		-7	-19	-40	-2~-40	-13~-27			-0
7	S		-	28	0	0				
	C		-	-22	-18	-7~-18	-0			
8	S		-	23	13	0				
	F		-	-23	-22	-2~-22	-0			

* Vegetal Environment: F=High Forest 高林 C=Coppice Forest 低林

Table 1-22b. Ditto (1954~1955) 同上

Plot No.	Date		1954		1955					
	XII 2	XII 23	II 3	III 10	IV 9	IV 18	IV 23	V 3	V 8	V 13
1	0	0	58	79	42	0				
	-0	-	-10	-10	-4	-4~-6	-0			
2	0	0	44	74	0					
	-0	-	-14	-16	-0					
3	0	0	63	77	31	0				
	-0	-	-13	-17	-15	-7~-12				
4	0	0	47	67	0					
	-0	-	-11	-19	-0					
5	0	0	54	75	4	0				
	-2~-11	-30	-30	-27	1~-15	-6~-12	-7~-10	-0		
6	0	0	26	49	9	0				
	-0	-3	-49	-35	-27	-7~-23	-8~-15	-13~-15	-14~-15	-0
7	0	0	50	70	0					
	-0	-	-24	-10	-0					
8	0	0	42	64	2	0				
	-0	-	-26	-22	-19	-8~-11	-9~-10			

Table 1-22c. Ditto (1955~1956) 同上

Plot No.	Date											
	1955				1956							
	X 28	XII 1	XII 17	XII 27	I 16	II 16	III 14	IV 16	V 4	V 15	V 19	V 24
1	11	9	0	0	21	42	58	0				
	- 0	- 1	- 9	-20	-22	-33	-24	-8~-23	- 0			
2	4	0	0	0	13	21	38	0				
	- 0	- 0	- 3	- 8	-14	-39	-31	-11~-23	- 0			
3	12	9	0	0	23	49	61	0				
	- 3	- 4	-17	-23	-32	-40	-40	- 7~-28	- 0			
4	1	0	0	0	11	11	11	0				
	- 2	- 1	- 3	- 8	-15	-27	-32	-14~-25	- 0			
5	11	5	0	0	11	30	46	0				
	- 4	-11	-22	-27	-27	-59	-43	- 5~-39	-26~-35	-27~-32	- 0	
6	1	0	0	0	20	17	40	0				
	- 4	- 4	- 7	-16	-35	-55	-48	- 3~-31	-18~-27	-21~-25	-17~-20	- 0
7	5	2	0	0	10	25	39	0				
	- 3	- 4	- 7	- 9	-22	-48	-50	-27~-35	- 0			
8	3	0	0	0	11	15	44	0				
	- 0	- 2	- 3	-13	-14	-36	-35	-12~-33	-11~-24	- 7~-16	- 0	

Table 1-23. Summary of Table 1-22 a~c (1952~'56)

表 1-22 a~c (1952~'56) の総括 (cm)

Plot No.	Year		1953~'54		1954~'55		1955~'56		Sum		Mean	
	1952*~'53	Frozen Soil	S.	F.	S.	F.	S.	F.	S.	F.	S.	F.
1	47	-18	39	-22	79	-10	58	-33	223	-83	55.8	-20.7
2	39	-25	24	-14	74	-16	38	-39	175	-94	43.8	-23.5
3	53	-47	54	-30	77	-17	61	-40	245	-134	61.3	-33.5
4	41	-39	14	-20	67	-19	11	-32	133	-110	33.3	-27.5
5	36	-59	33	-36	75	-30	46	-59	190	-184	47.5	-46.0
6	13	-46	20	-40	49	-49	40	-55	122	-190	30.5	-47.5
7	42	-44	28	-22	70	-24	39	-50	179	-140	44.8	-35.0
8	27	-40	23	-23	64	-26	44	-36	158	-125	39.5	-31.3
Sum	298	-318	235	-207	555	-191	337	-344	1425	-1060		
Mean	37.2	-39.8	29.4	-25.9	69.4	-23.9	42.1	-43.0	44.5	-33.1		

* Data of the winter season in 1952~'53 are shown in Reference Book No. 13, pp.779, 781.
1952~'53 の資料は参考文献 No. 13 pp. 779, 781 参照

Table 1-24. Summerized Annual Data of Snow Cover and Frozen Soil Depth at Horonai in 1951~1956.

ホロナイにおける積雪深と凍土深の年総括 (1951~'56).

Items	Year	1951*~'52	1952~'53	1953~'54	1954~'55	1955~'56
Snow Cover (cm)						
Max.		58	53	54	79	61
Min.		30	13	14	49	11
Mean		46.5	37	29	69	42
Frozen Soil (-cm)						
Max.		44	59	40	49	59
Min.		14	13	14	10	32
Mean		28	40	26	24	43

Mass Monthly Mean Min. Air Temperature

November~March (°C)	-52.6	-63.7	-60.5	-49.6	-44.0
---------------------	-------	-------	-------	-------	-------

* Data of the winter season in 1951~'52 are shown in Reference Book No. 11, p. 233.
1951~'52 の資料は参考文献 No. 11 p. 233 参照

Table 1-25 b. Thermal Gradients in Snow Cover at Otoineppu (1955~'57).

オトイネップにおける積雪内の温度斜傾 (°C)

No. Date Weather	1 NE 1 SE 3-17-55		2 NE 2 SE 4-25-55		3 NE 3 SE 12-28-55		4 NE 4 SE 1-13-56		5 NE 5 SE 2-20-56		6 NE 6 SE 3-15-56		7 NE 7 SE 3-16-57		8 NE 8 SE 4-23-57		9 SE 4-28	10 NW 5-2	11 NW 5-16
	—		—		Snowy		Fine		Fine		— —		— —		— —		Fine	Cloudy	Fine
Air Temperature	5.0°	5.0°	1.4°	—	0.3°	2.8°	6.0°	5.3°	6.5°	6.7°	0.3°	3.4°	0.8°	0.8°	6.8°	5.5°	9.2°	6.0°	10.1°
Total Snow Depth (cm)	134	128	107	000	054	040	134	092	175	152	184	183	240	186	105	029	000	100	000
Snow Surface	0.2°	0.1°	0.8°	—	0.1°	0.1°	5.9°	5.3°	—	—	1.7°	0.5°	3.8°	0.5°	0.2°	0.2°	—	0.1°	—
180cm														3.0	2.0				
160									5.6	—	4.2	0.2	2.6	0.0					
140									4.0	3.8	4.1	1.2	2.0	0.1					
120	0.2	0.0					5.9	—	3.0	2.3	3.5	1.4	1.8	0.1					
100	—	—					5.5	—	2.3	1.0	2.6	1.6	1.1	0.1					
80	0.2	0.1					3.8	5.3	1.7	1.0	2.0	1.4	0.8	0.1	0.1	—	—	0.1	
60	—	—					2.5	3.6	1.4	0.9	1.5	1.0	0.7	0.1	0.2	—	—	0.1	
40	0.2	0.1	0.0	—	0.0	0.1	0.6	1.8	0.8	0.8	1.0	0.6	0.5	0.0	0.1	—	—	0.1	
20	—	—	—	—	0.0	0.5	0.1	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.3	0.0	0.0	0.2	—	0.8	
↑ 5cm	0.2	0.1	0.2	—	0.1	0.1	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1	—	0.2	
Ground Surface	—	—	—	—	0.1	0.1	0.2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	—	—			8.6
↓ - 5cm	0.4	1.5	0.5	—	0.3	0.5	0.1	0.7	0.4	0.1	0.5	0.3	0.4	0.5	0.8	1.1	1.8	0.4	4.9
-20cm	0.8°	1.1°	1.0°	—	0.8°	1.0°	0.2°	0.7°	0.0°	0.1°	0.7°	0.7°	0.5°	1.2°	1.3°	1.8°	1.4°	0.1°	2.7°
Frozen Soil	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	non-	

Table 1-2 6. Infiltration-rates (mm/hr) on Surface Soil in
Autumn and Winter.

秋と冬の表土滲透レート

Watershed	Plot No.	Cover Type	Time per 6 minutes											Date
			6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'	f_c	
Horonai, Tomakomai	5	Bare	3900	3300	3360	3340	3170	3240	3140	3120	—	—	(3200)	II, 17 '56
	"	"	220	120	120	100	120	130	130	90	120	100	113	IX, 7 '55
	6	Vegetal	4150	3260	3150	3340	3170	3290	3390	3360	—	—	(3260)	II, 17 '56
	"	"	120	50	50	50	40	50	50	50	—	—	(50)	IX, 7 '55
Moshiri, Uryū	2	Bare	340	50	50	50	20	0	—	—	—	—	0	III, 2 '56
	"	"	320	120	20	0	—	—	—	—	—	—	0	X, 27 '55
	4	Bare	560	240	200	190	220	200	190	200	190	220	203	III, 2 '56
	"	"	880	440	290	290	270	300	240	270	220	220	237	X, 27 '55
Otoineppu, Teshio	3	Bare	930	730	680	630	640	680	630	610	590	560	587	II, 28 '56
	"	"	1240	950	880	970	720	920	850	830	810	750	797	X, 25 '55
	7	Bare	2290	1560	1270	1270	1220	1310	1270	1270	1320	1210	1270	II, 28 '56
	"	"	2280	960	930	850	740	600	640	—	—	—	(660)	X, 25 '55

Table 1-27. Relation of Maximum Frozen Soil Depth to Slope Soil Erosion on Bare Plot at Horonai.

ホロナイにおけるハゲ地区の斜面浸食量と最大凍土深の関係

Plot No. & Cover	Year	Erosion		Depth of Max. Frozen Soil (F_d) cm
		Summer (E_s) kg/ha	Winter (E_w)	
5 bare in Brush	1953~54	—	100	36
	54~55	154	48	30
	55~56	396	289	59
	56~57	325	—	—
Sum		875	387	125
Mean		292	129	42
6 bare in Forest	1953~54	—	32	40
	54~55	128	6	49
	55~56	317	34	55
	56~57	407	—	—
Sum		852		144
Mean		284		48

図 (Figures)

		頁
1— 1	北海道内の試験地位置図 Situation Plan of Study Plots in Hokkaido.	47
1— 2 a~e	ホロナイ斜面浸食試験地の条件 Conditions of Study Plots at Horonai.	47
1— 3 a~e	モシリ斜面浸食試験地の条件 Ditto, at Moshiri.	50
1— 4 a~e	オトイネップ斜面浸食試験地の条件 Ditto, at Otoineppu.	52
1— 5	斜面浸食試験地の設備 Details of a Study Plot for Slope Soil Erosion.	55
1— 6	半年期・斜面浸食量の積算曲線 Mass Curves for Semiannual Erosion.	55
1— 7	各年と平均半年期斜面浸食量の積算曲線 Mass Curves for Annual and Mean Semiannual Erosion.	56
1— 8	ホロナイにおける斜面浸食量測定2方法の比較 Comparison of Two Methods of Slope Soil Erosion at Horonai.	56
1— 9	モシリにおける斜面浸食量測定2方法の比較 Ditto, at Moshiri.	57
1—10	オトイネップにおける斜面浸食量測定2方法の比較 Ditto, at Otoineppu.	57
1—11	ホロナイにおける流出土砂の粒径区分 Mechanical Composition of Eroded Soil at Horonai.	58
1—12	モシリにおける流出土砂の粒径区分 Ditto, at Moshiri.	59
1—13	オトイネップ流出土砂の粒径区分 Ditto, at Otoineppu.	59
1—14	植生区の平均年斜面浸食量と滲透レートとの関係 Mean Annual Erosion Loss vs. Mean Minimum Infiltration-rate on Vegetal Plot.	60
1—15	ハゲ地区の平均年斜面浸食量と滲透レートとの関係 Ditto, on Bare Plot.	60
1—16	ホロナイ試験地における積雪・凍土深と月平均最低気温積算値 Depth of Snow Cover and Accumulated Monthly Mean Minimum Air Temperature to Freezing Soil Depth at Horonai.	61
1—17	ホロナイ試験地の低林と高林内の積雪・凍土深 Snow Cover vs. Freezing Soil Depth with Different Forest Cover at Horonai.	61
1—18	ホロナイ試験地の南・北斜面の積雪と凍土深 Ditto, with Different Face of Slope at Horonai.	62
1—19	モシリ試験地における積雪内の温度傾斜 Thermal Gradients in Snow Cover at Moshiri.	62
1—20	ホロナイ試験地における低林内の斜面浸食量と凍土深の関係 Relation of Maximum Freezing Soil Depth to Slope Soil Erosion in Coppice Forest at Horonai.	63
1—21	ホロナイ試験地における高林内の斜面浸食量と凍土深の関係 Ditto, in Artificial High Forest at Horonai.	68

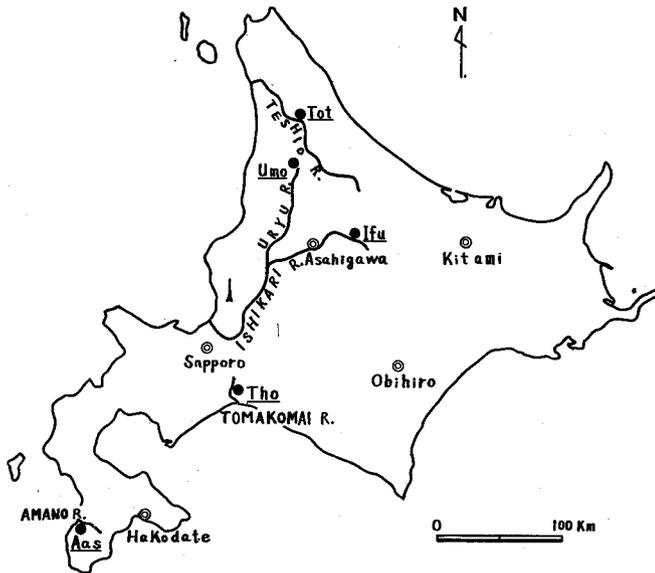


Fig. 1-1. Situation Plan of Study Plots in Hokkaido.
北海道内の試験地位置図

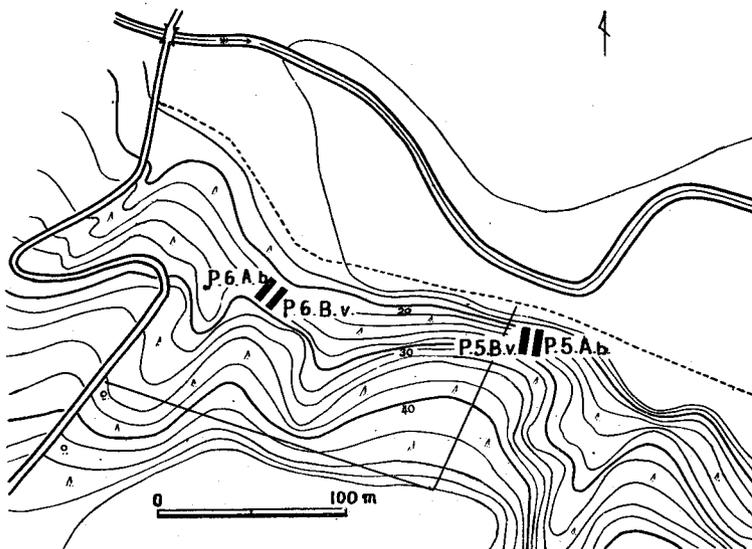


Fig. 1-2 a. Topographic Map of Study Plots at
Horonai, Tomakomai River Basin.

ホロナイ試験地の地形図

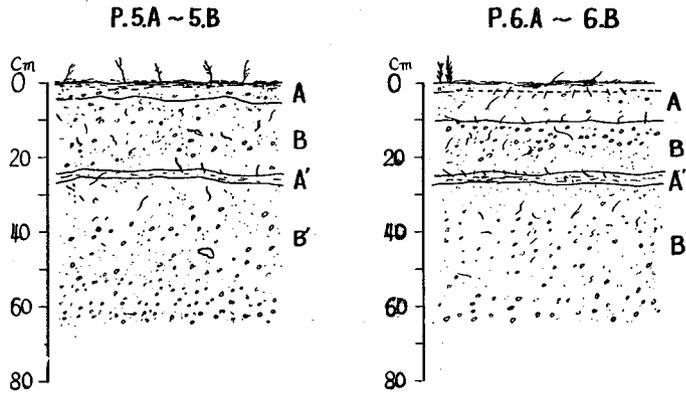


Fig. 1-2 b. Soil Profiles of Study Plots,
No. 5 and No. 6 at Horonai.

ホロナイにおける試験区 No. 5 と No. 6 の土壌断面

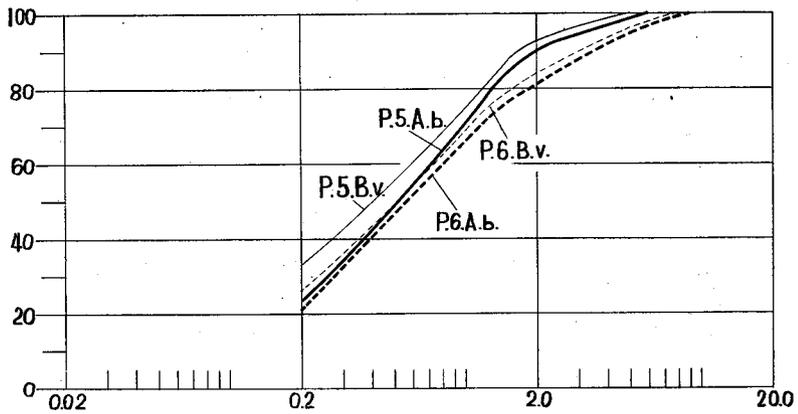


Fig. 1-2 c. Soil Grain-size Accumulation Curves for
Study Plots at Horonai (in per cent, mm)

ホロナイ試験区の粒径分布曲線 (% , mm)

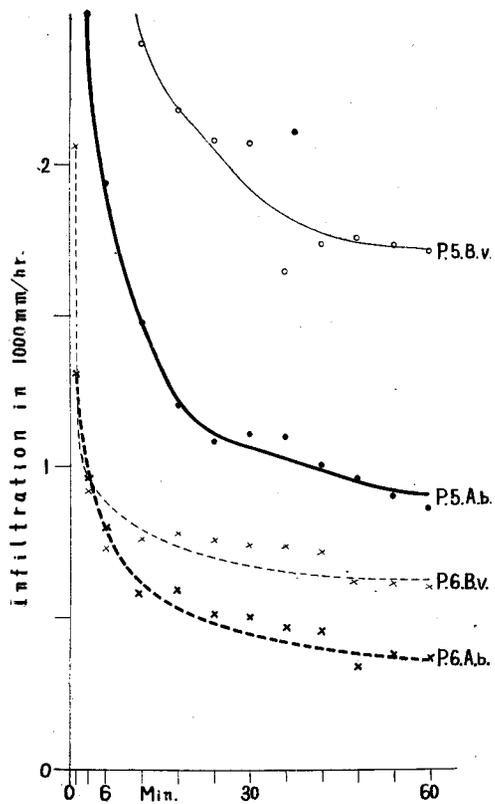


Fig. 1-2 d. Infiltration-rate Curves for Surface Soil of Study Plots at Horonai.
 ホロナイ試験区における表土の滲透レート曲線

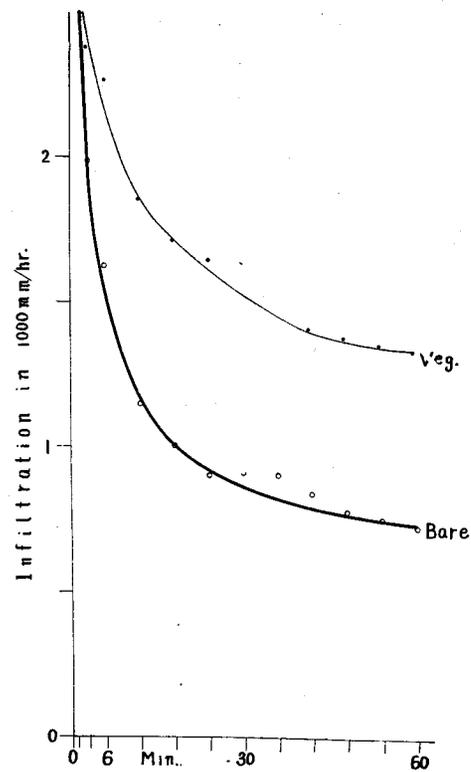


Fig. 1-2 e. Mean Infiltration-rate Curves for Surface Soil of Study Plots at Horonai.
 ホロナイ試験区における表土の平均滲透レート曲線

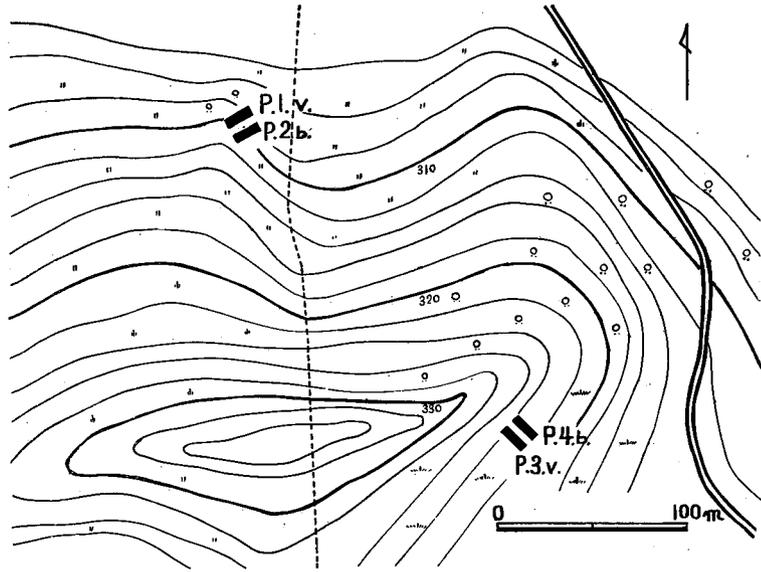


Fig. 1-3 a. Topographic Map of Study Plots at Moshiri, Uryū River Basin.

モシリ試験地の地形図

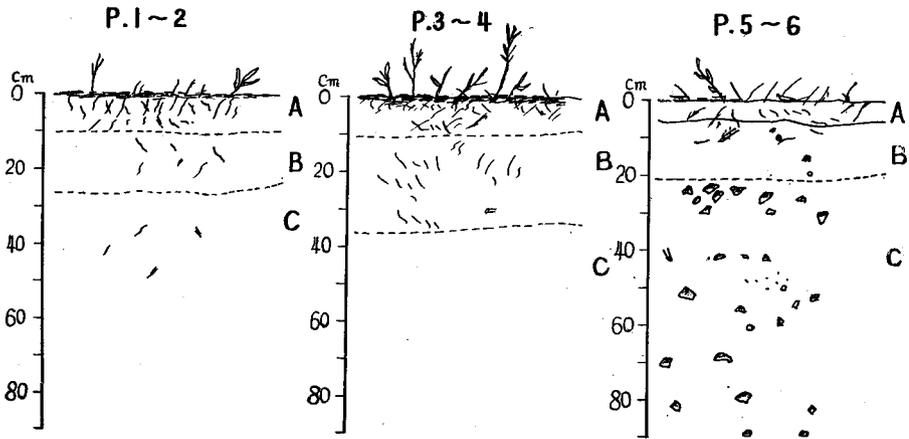


Fig. 1-3 b. Soil Profiles of Study Plots, No. 1~6, at Moshiri.

モシリにおける試験区 No 1~6 の土壤断面

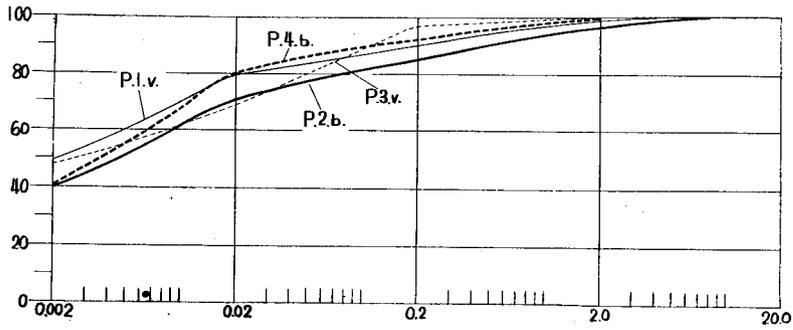


Fig. 1-3 c. Soil Grain-size Accumulation Curves
for Study Plots at Moshiri.

モシリ試験区の粒径分布曲線

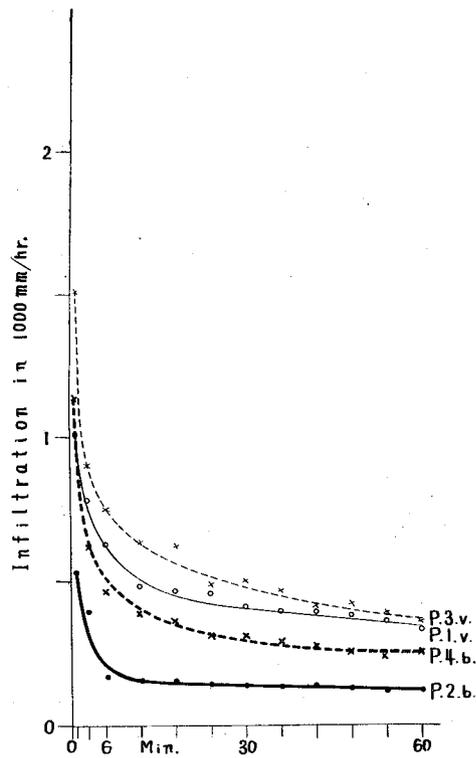


Fig. 1-3 d. Infiltration-rate Curves for Surface
Soil of Study Plots at Moshiri.

モシリ試験区における表土の滲透レート曲線

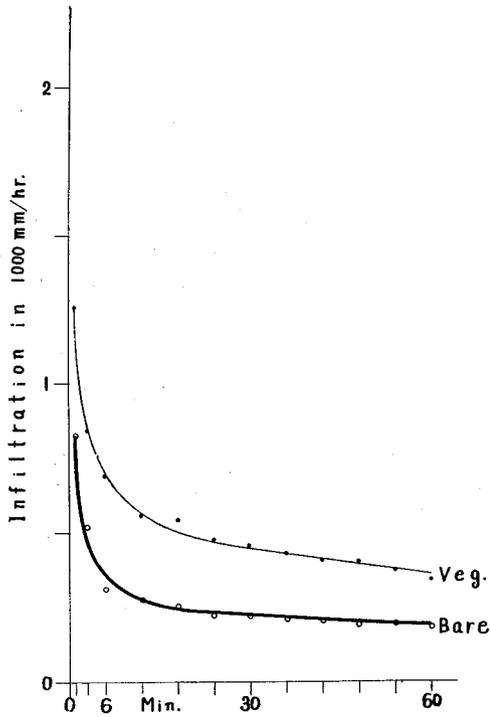


Fig. 1-3 e. Mean Infiltration-rate Curves for Surface Soil of Study Plots at Moshiri.
モシリ試験区における表土の平均浸透レート曲線

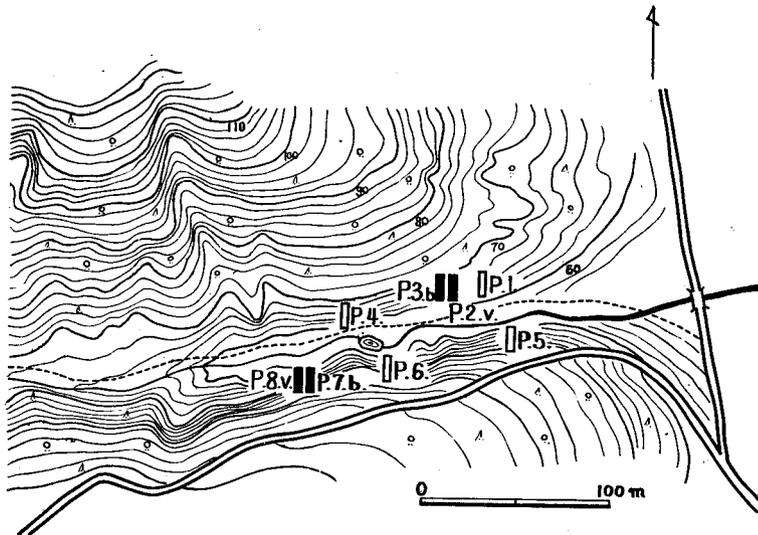


Fig. 1-4 a. Topographic Map of Study Plots at Otoineppu, Teshio River Basin.
オトイネップ試験地の地形図

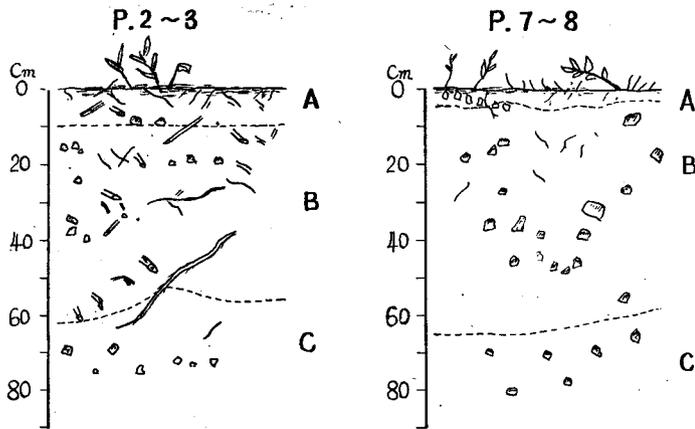


Fig. 1-4 b. Soil Profiles of Study Plots,
No. 2~8, at Otoineppu.

オトネツパイ試験区 No. 2~8 の土壤断面

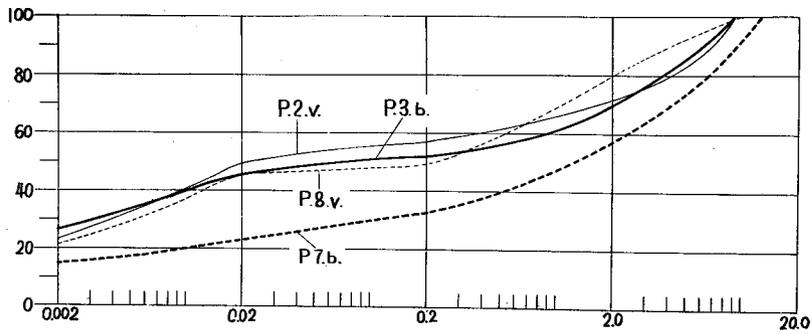


Fig. 1-4 c. Soil Grain-size Accumulation Curves
for Study Plots at Otoineppu.

オトイネツパイ試験区の粒径分布曲線

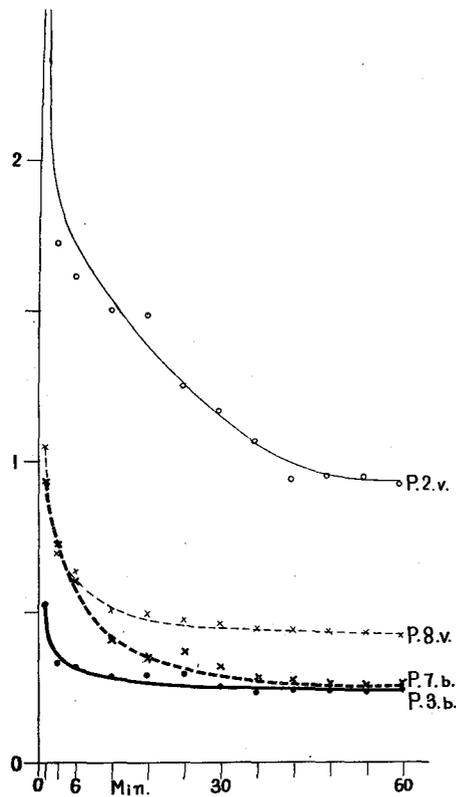


Fig. 1-4 d. Infiltration-rate Curves
for Surface Soil of Study Plots
at Otoineppu.

オトイネツプ試験区の表土の滲透レート曲線

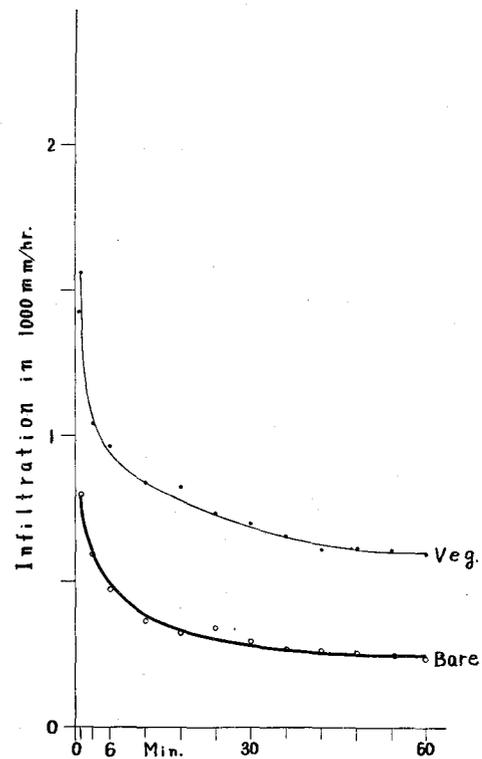


Fig. 1-4 e. Mean Infiltration-rate
Curves for Surface Soil of Study
Plots at Otoineppu.

オトイネツプ試験区における表土の
平均滲透レート曲線

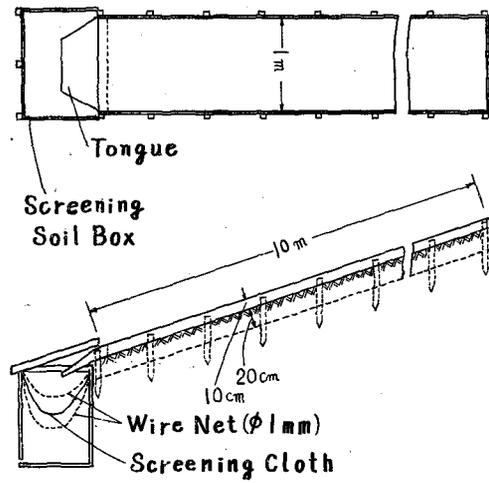


Fig. 1-5. Details of a Study Plot for Slope Soil Erosion.

斜面浸食試験区の設備

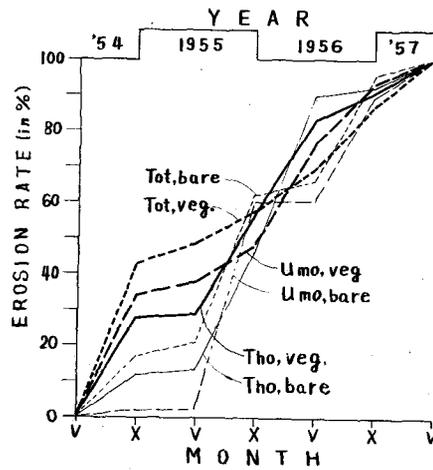


Fig. 1-6. Mass Curves for Semiannual Erosion. (June 1954~May 1957)

半年期浸食量の積算曲線 (VI, 1954~V, 1957)

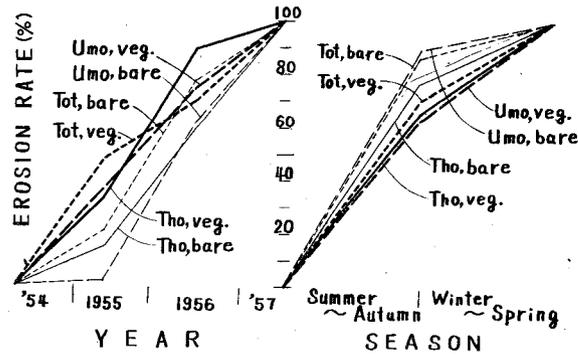


Fig. 1-7. Mass Curves for Annual and Mean Semiannual Erosion.
(June 1954~May 1957)

各年と平均半年期浸食量の積算曲線

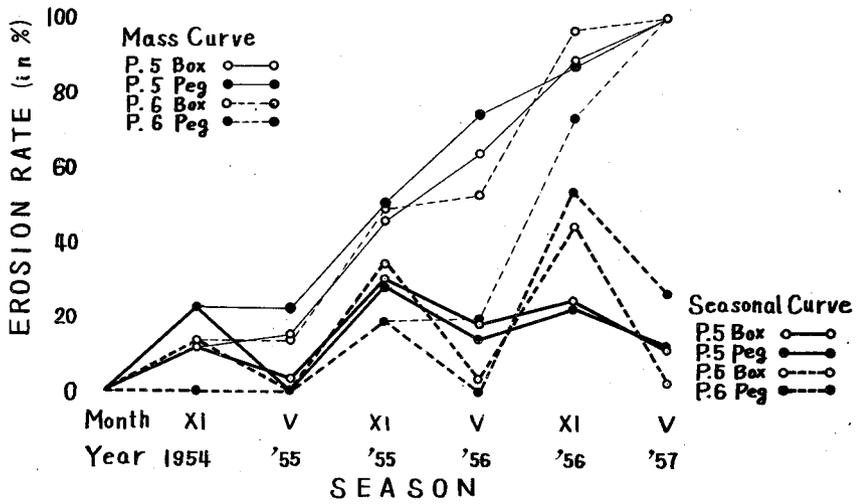


Fig. 1-8. Comparison of two Methods of Slope Soil Erosion Measurement at Horonai.

ホロナイにおける斜面浸食量測定2方法の比較

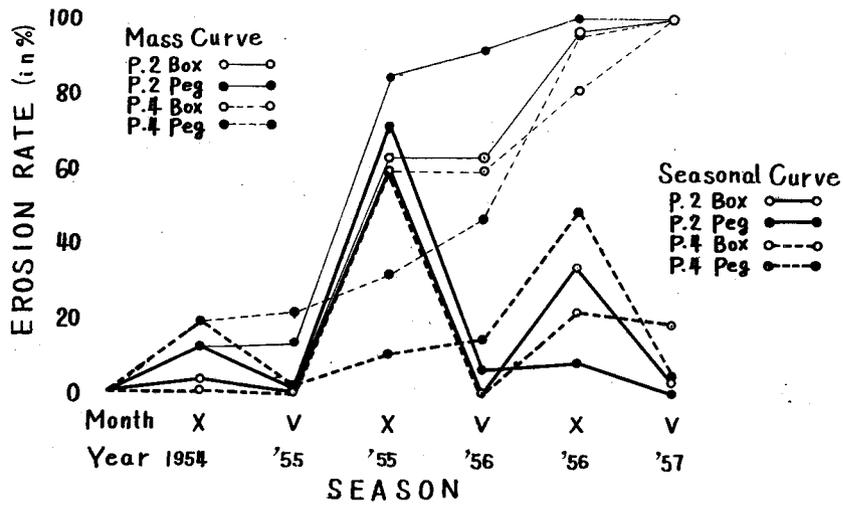


Fig. 1-9. Comparison of the Two Methods of Slope Soil Erosion Measurement at Moshiri.

モシリにおける斜面浸食量測定2方法の比較

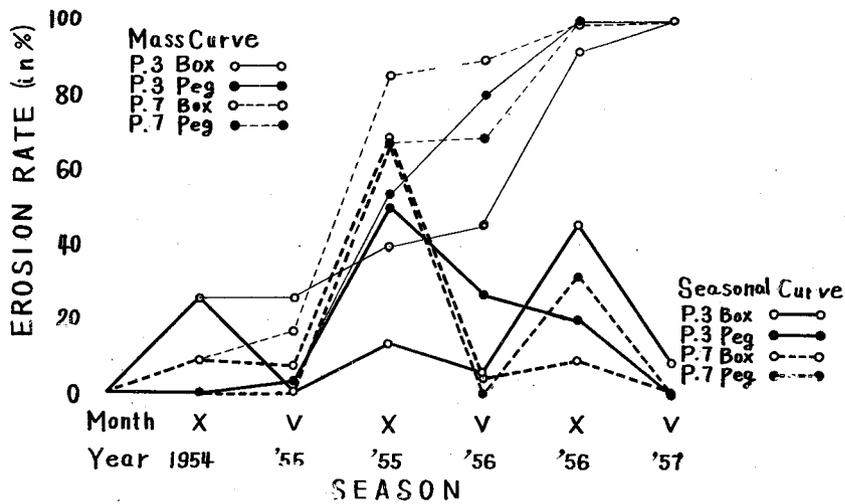
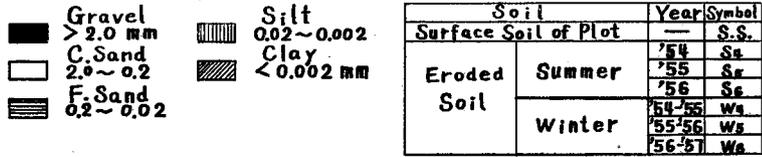


Fig. 1-10 Comparison of the Two Methods of slope Soil Erosion Measurement at Otoineppu.

オトイネツプにおける斜面浸食量測定2方法の比較



Notes for Mechanical Composition of Semiannual Eroded Soil, Fig. 1-11~13.
半年期ごとの浸食土砂の粒径区分に対する記号例

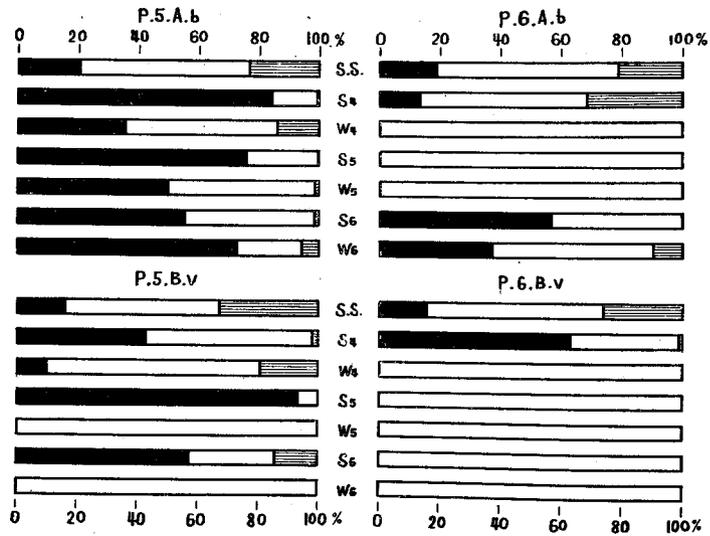


Fig. 1-11. Mechanical Composition of Semiannual Eroded Soil at Horonai.

ホロナイにおける半年期ごとの浸食土砂の粒径区分

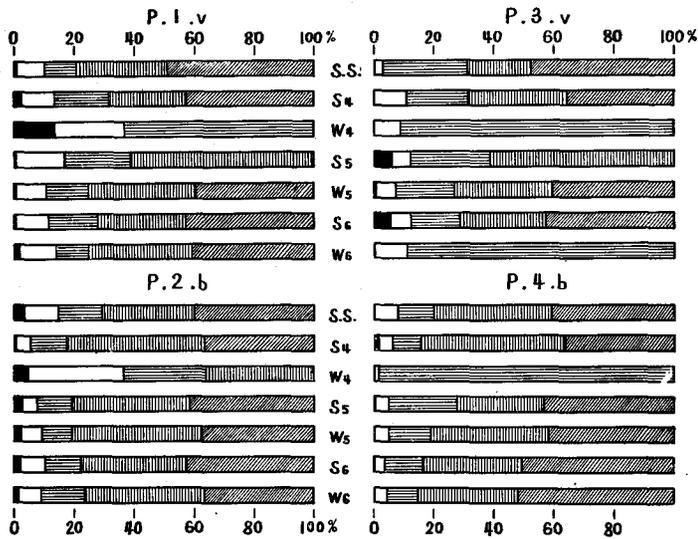


Fig. 1-12. Mechanical Composition of Semiannual Eroded Soil at Moshiri.

モシリにおける半年期ごとの浸食土砂の粒径区分

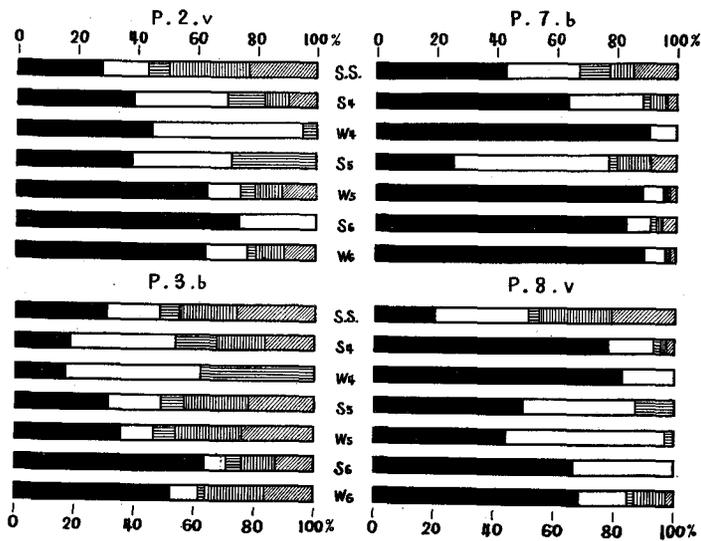


Fig. 1-13. Mechanical Composition of Semiannual Eroded Soil at Otoineppu.

オトイネップにおける半年期ごとの浸食土砂の粒径区分

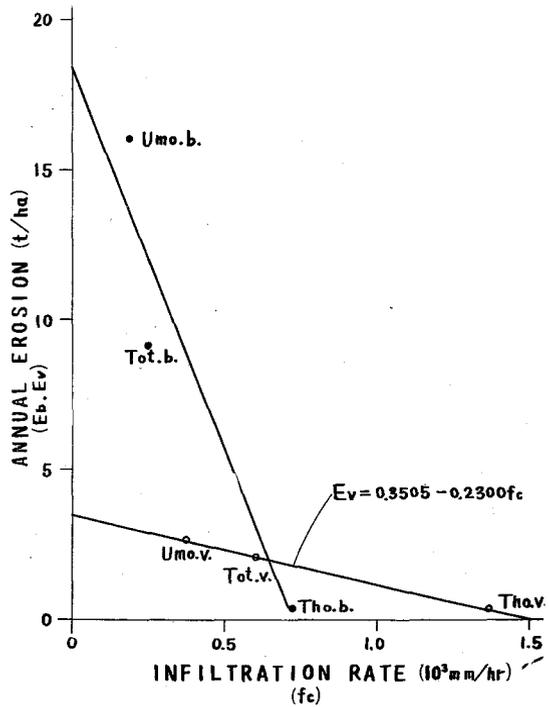


Fig. 1-14. Mean Annual Erosion Loss vs. Mean Minimum Infiltration-rate on Vegetal Plot.

植生区の平均年浸食量と平均最小滲透レートとの関係

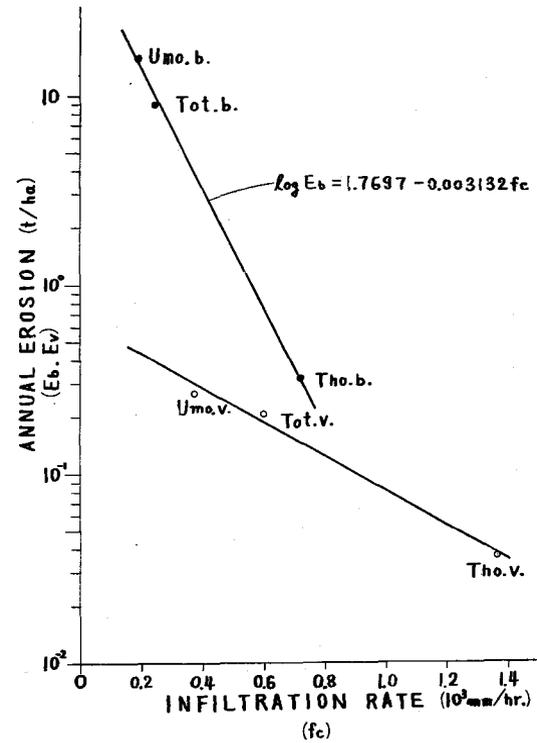


Fig. 1-15. Mean Annual Erosion Loss vs. Mean Minimum Infiltration-rate on Bare Plot.

ハゲ地区の平均年浸食量と平均最小滲透レートとの関係

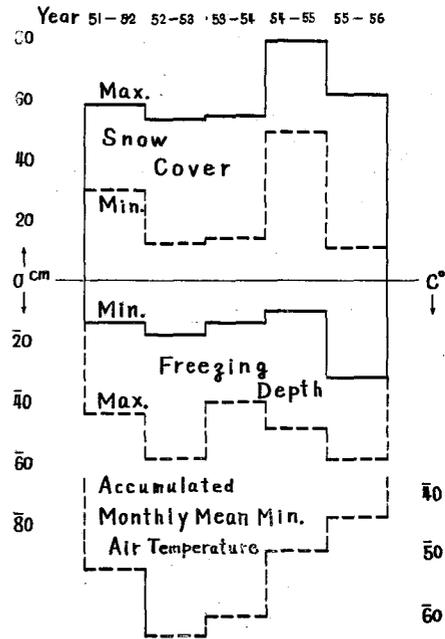


Fig. 1-16. Depth of Snow Cover and Accumulated Monthly Mean Minimum Air Temperature to Frozen Soil Depth at Horonai.

ホロナイにおける凍土深に対する積雪深と月平均最低気温積算値

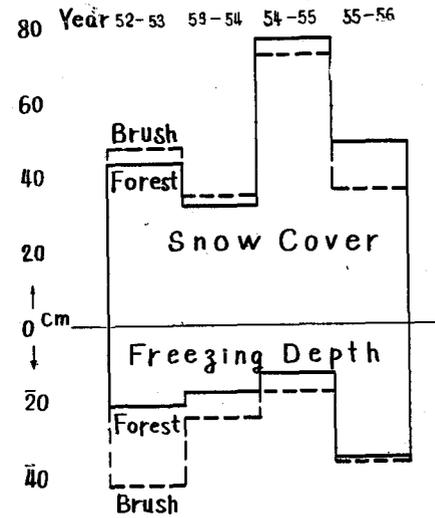


Fig. 1-17. Maximum Depth of Snow Cover vs.

Frozen Soil with Different Forest Cover at Horonai.

ホロナイの異つた森林被覆における凍土対積雪の最大深度

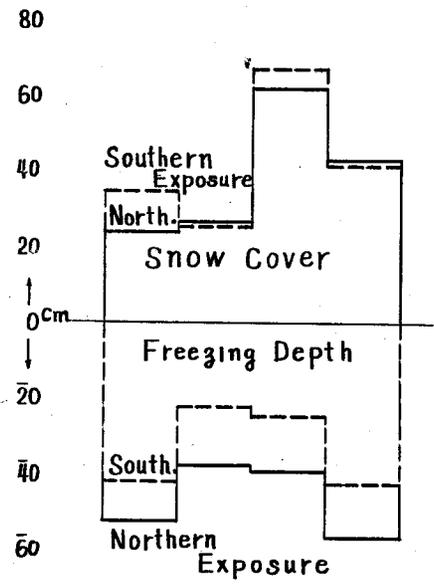


Fig. 1-18. Maximam Depth of Snow Cover vs. Frozen Soil with Different Face of Slope at Horonai.
 ホロナイの異つた斜面方向における凍土対積雪の最大深度

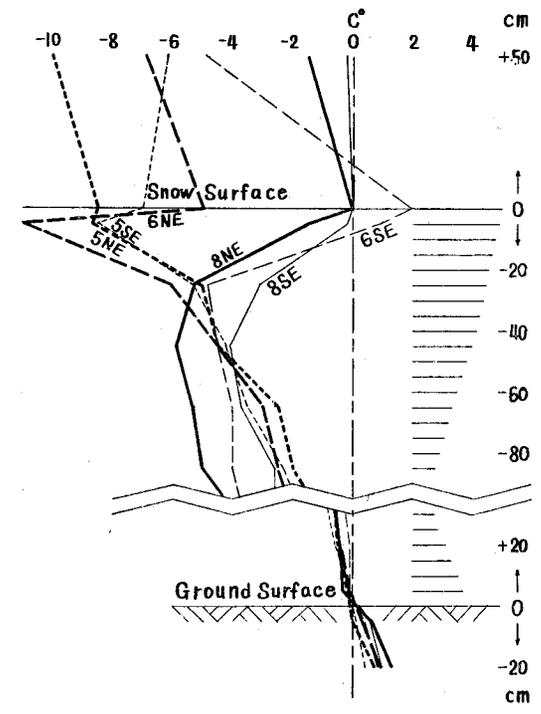


Fig. 1-19. Thermal Gradients in Snow Cover at Moshiri.
 モシリにおける積雪内の温度傾斜

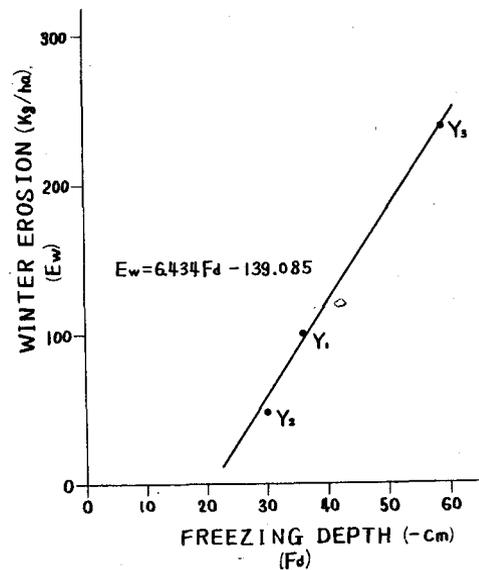


Fig. 1-20. Relation of Maximum Frozen Soil Depth to Slope Soil Erosion on Bare Plot (No. 5 b) in Coppice Forest at Horonai.

ホロナイの低林内ハゲ地区 (No. 5 b) の斜面浸食量に対する最大凍土深の関係

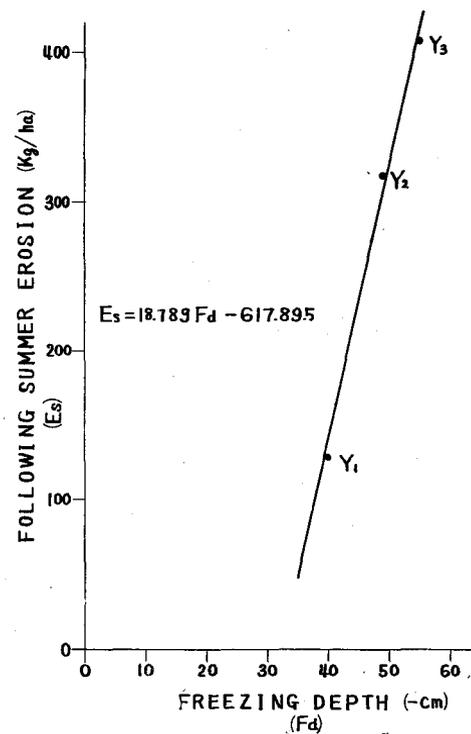


Fig. 1-21. Relation of Maximum Frozen Depth to Following Summer Erosion on Bare Plot (No. 6 b) in Artificial High Forest at Horonai.

ホロナイの人工高林内ハゲ地区 (No. 6 b) のつぎの夏期浸食量に対する最大凍土深の関係

写 真 (Plates)

- 1-1 a~g 苫小牧川・ホロナイ試験地
Study Plots at Horonai, Tomakomai River Basin.
- 1-2 a, b 雨竜川・モシリ試験地
Ditto, at Moshiri, Uryū River Basin.
- 1-3 a, b 天塩川・オトイネツプ試験地
Ditto, at Otoineppu, Teshio River Basin.
- 1-4 斜面浸食試験区の設備
Details of a Slope Soil Erosion Study Plot.
- 1-5 ホロナイ試験地における火山砂礫土の流出と堆積
Rill and Deposition of Volcanic Gravel on Study Plot at Horonai.
- 1-6 ホロナイ試験地のコンクリート凍土層
Concrete Frost on Study Plot at Horonai.

Plate 1-1 a



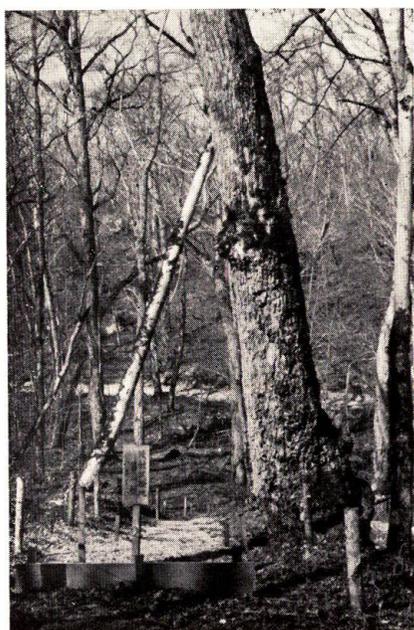
I) Natural broad-leaved forest in Appenai, Horonai,
Tomakomai River Basin, Hokkaido.

北海道・苫小牧川流域ホロナイ・アッペナイの自然生広葉樹林



II) Slope erosion study plot, No. 1, on NE
slope in the above forest.

上の林内の NE 斜面上の No. 1 斜面浸食
試験区



III) Ditto, No. 2 on SW slope.

同上の SW 斜面上の No. 2 斜
面浸食試験区

Plate 1-1 b



I) Cut-over area, in Appenai, Horonai.

ホロナイ・アッペナイの伐跡地



II) Slope erosion study plot, No. 4,
on SW slope in the above area.
同上地の SW 斜面上の No. 4 斜面
浸食試験区



III) Ditto, No. 3 on NE slope.
同上北東斜面の No. 3 斜面浸食試
験区

Plate 1-1 c



I) Artificial needle-leaved forest, Common Spruce, in Horonai.
ホロナイ人工針葉樹林 (オウシユウトウヒ: *Picea excelsa* LK.)

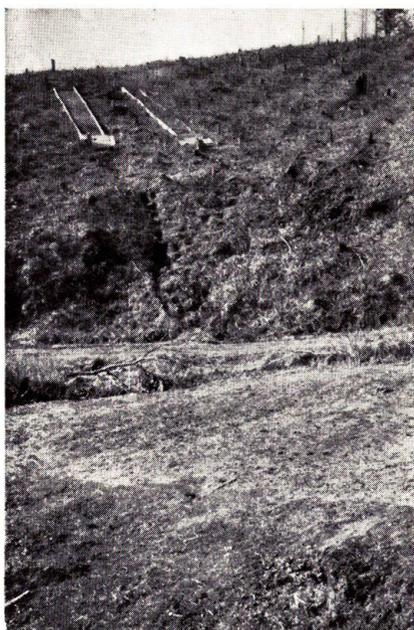


II) Study plot, No. 6, on NE slope
in the above forest in May.
同上林内北東斜面 No. 9 試験区,
5月



III) Ditto, under stories in July.
同上の下層植生, 6月

Plate 1-1 d



I) Cut-over area on NE slope in Horonai.

ホロナイの東北斜面の伐跡地



II) Ditto, slope erosion study plot, No. 5 b.

同上の No. 5 b 斜面浸食試験区



III) Ditto, No. 5 v with vegetation in July

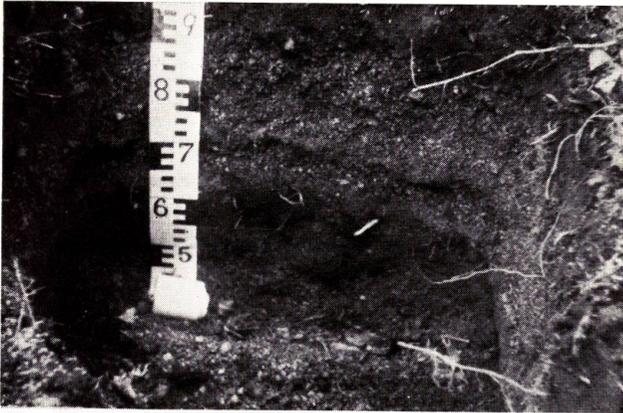
同上 No. 5 v の 6 月の植生



IV) Ditto, No. 5 v with vegetation in April.

同上 No. 5 v の 4 月の植生

Plate 1-1 e



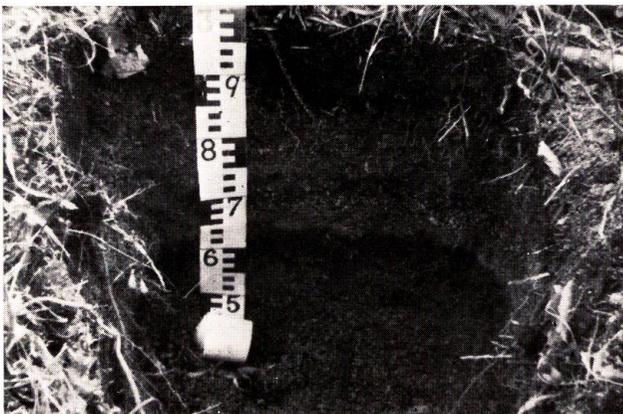
I) Soil profile of slope erosion study plot, No. 1.
(photo by Higashi)

斜面浸食試験区 No. 1 の
土壤断面 (東三郎撮影)



II) Ditto, No. 2.

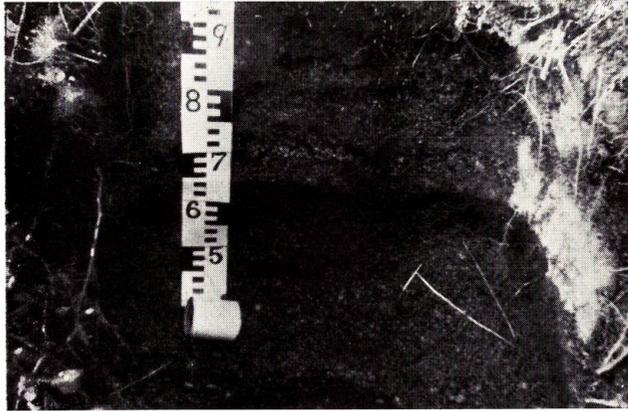
同上, No. 2.



III) Ditto, No. 3.

同上, No. 3.

Plate 1-1 f

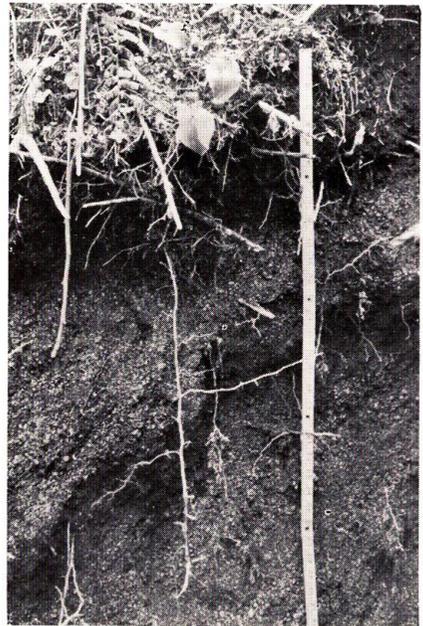


I) Soil profile of slope erosion Study plot, No. 4.
(photo by Higashi)

斜面浸食試験区 No. 4 の土壌断面 (東三郎撮影)

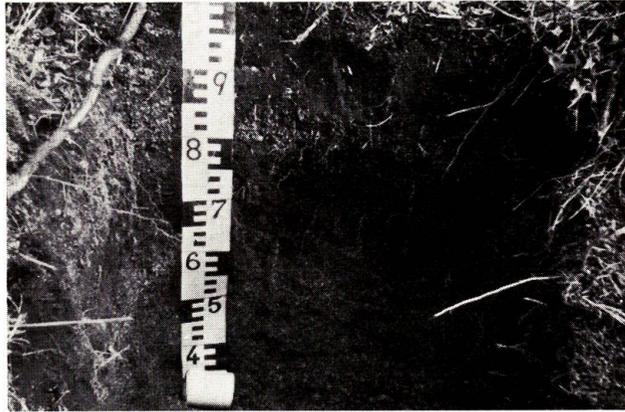


II) Ditto, No. 5.
同上, No. 5.



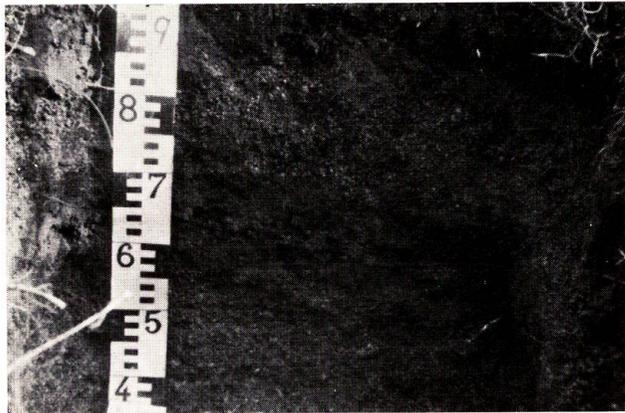
III) Ditto, No. 6.
同上, No. 6.

Plate 1-1 g



I) Soil profile of slope erosion study plot. No. 7,
on SW slope in cut-over area, Horonai.
(photo by Higashi)

ホロナイ沢伐跡地の南西面の No. 7 斜面浸食試験
区の土層断面



II) Ditto, No. 8 in artificial needle-leaved forest,
(*Bank's Pine* and *Larch*).

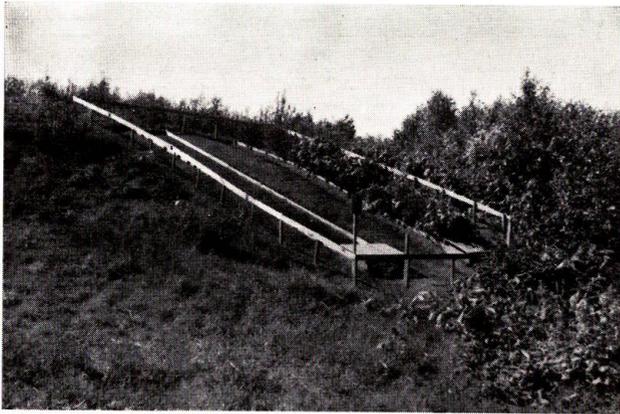
同上、人工針葉樹林地 (バンクス松: *Pinus Bank-*
siana LAMB.; カラマツ: *Larix Kaempferi*
SARG.) No. 8 の土層断面

Plate 1-2 a



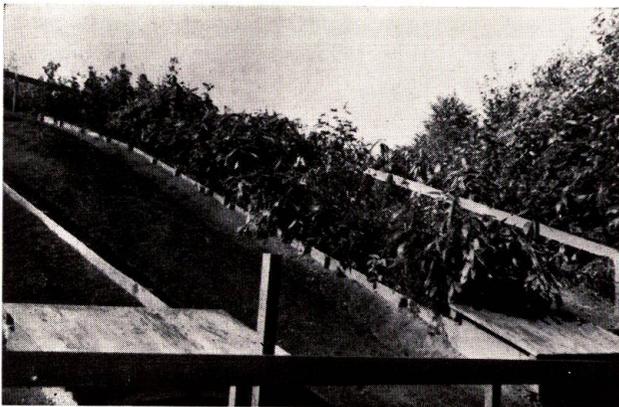
I) Slope erosion study plots, No. 1 v and 2b, on NE slope at Moshiri, Uryū River Basin.

雨竜川流域モシリ北東面の No. 1 v と No. 2 b 斜面浸食試験地



II) Ditto, in September.

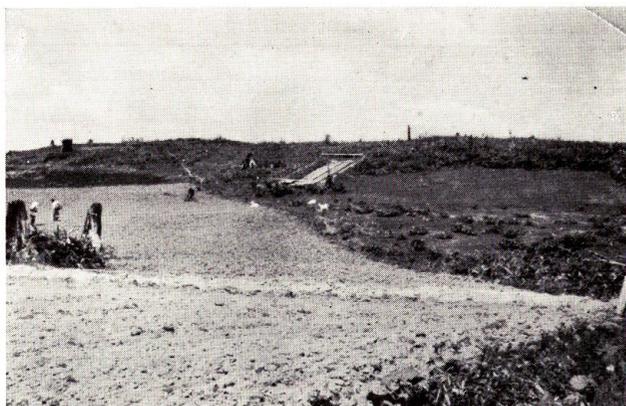
同上, 9月



III) Ditto, No. 1 v with vegetal cover in September.

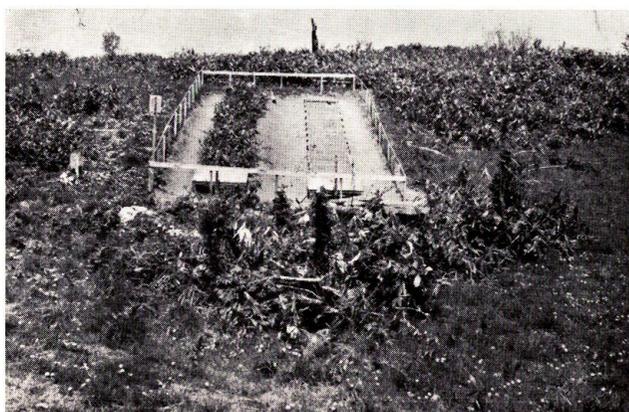
同上 No. 1 v の9月の植生

Plate 1-2 b



I) Slope erosion study plots, No. 3 v and 4 b, on SE face of hillside at Moshiri, Uryū River Basin.

雨竜川流域のモシリ南東面丘陵にある No. 3 v と 4 b の斜面浸食試験地



II) Ditto, in May.

同上, 5月



III) Ditto, in October.

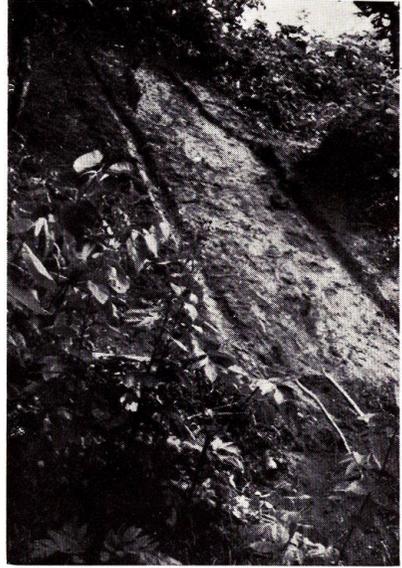
同上, 10月

Plate 1-3 a



(I) Slope erosion study plot, No. 4, on SE slope at Otoineppu, Teshio River Basin.

オトイネツプ南東斜面の No. 4
斜面浸食試験区



II) Ditto, No. 1 on SE slope.
同上の南東斜面の No. 1



III) Ditto, No. 6 on NW slope.
同上の北西斜面の No. 6



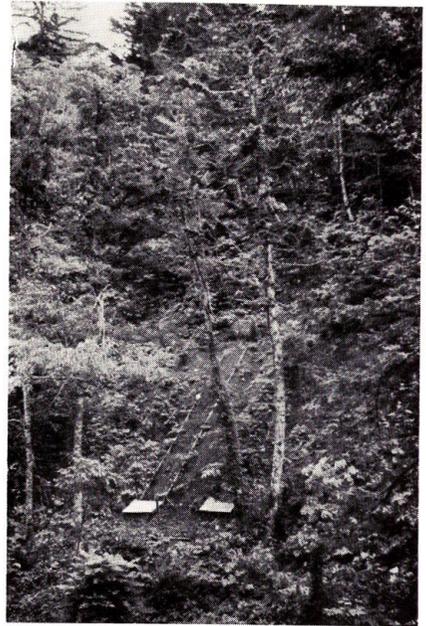
IV) Ditto, No. 5 on NW slope.
同上の北西斜面の No. 5

Plate 1-3 b



I) Slope erosion study plots, No. 2v and 3b, on SE slope at Otoineppu, Teshio River Basin.

オトイネツ南東斜面の No. 2v と 3b 斜面浸食試験区



II) Ditto, No. 7b and 8v on NW slope.

同上の北西面の No. 7b と 8v



III) Ditto, No. 2v with vegetation in September.

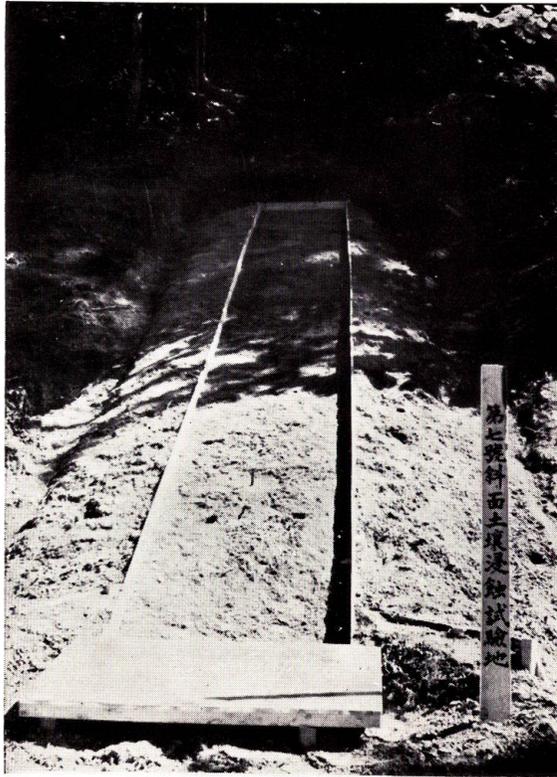
同上 No. 8v の9月の植生



IV) Ditto, No. 8v with vegetation in September.

同上 No. 8v の9月の植生

Plate 1-4



I) Slope erosion study plot, No. 7b at Otoineppu.

オトイネツプの
No. 7b 斜面浸
食試験区



II) Soil profile of study plot, No. 2b at Otoineppu.

オトイネツプ No. 2b 試験区の
土壤断面



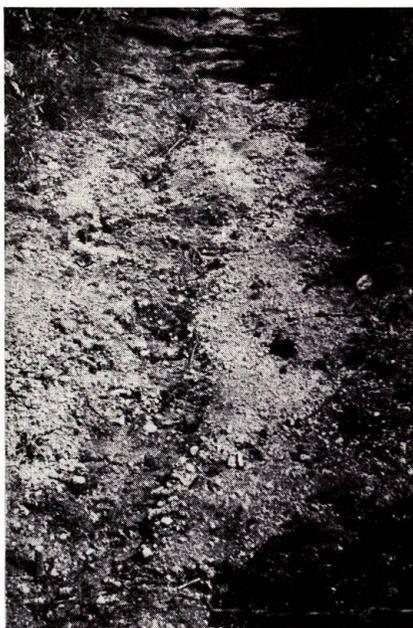
III) Ditto, soil box with screen.

同上フルイつきの土砂箱

Plate 1-5

- I) Rill erosion on slope of study plot, No. 4, from storm rainfall at Horonai in September, 1955.

ホロナイ No. 4 試験区の1955年9月の夏の豪雨によるリル浸食



- II) Ditto, around No. 4 steel piles (16~18 m from top of slope).

同上, 第4 標柱附近 (斜面頂より 16~18 m)

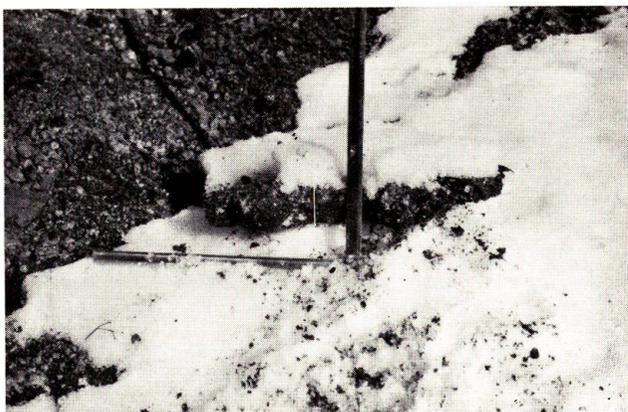


- III) Deposited volcanic-gravel on forest floor from snow melting, No. 6 plot, in June, 1957.

試験区 No. 6 の雪どけによる 林床上の火山礫の堆積 (6月, 1957)

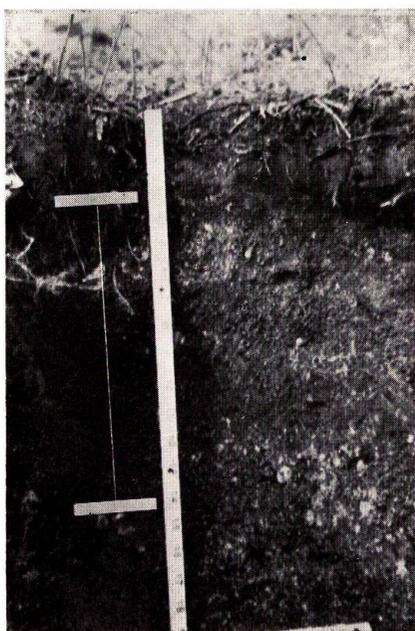


Plate 1-6



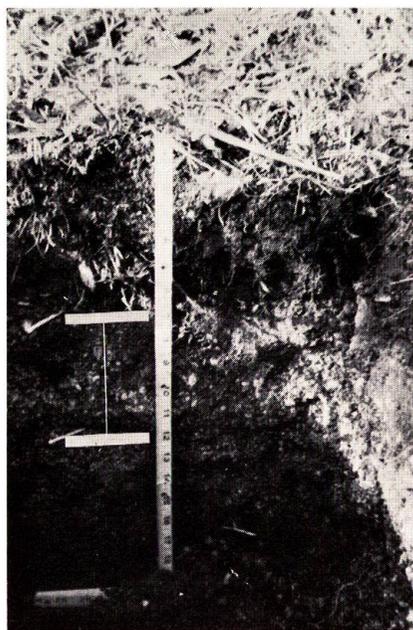
I) Soil surface frost (4 cm depth) under snow cover (2 cm depth), plot No. 7, in December.

12月における試験区 No. 7 の積雪 2 cm 下の凍結土 (深度 4 cm)



II) Ditto, residual concrete frost (3 ~ 17 in. from soil surface), plot No. 7 in April 8.

同上 4月の残存コンクリート凍土 (地表から 3~14 in)



III) Ditto, residual concrete frost (7 ~ 12 in. from soil surface), plot No. 4 in April 8.

同上試験区の 4月 8日の残存コンクリート凍結土 (地表から 7~12 in)

2. 斜面浸食に関連して行われた試験と研究

まえにのべた山腹の斜面浸食試験地とそれらの属している水源流域に、他の2水源流域を加えた5水源流域でつぎのような試験・研究が行われた。(1)トマコマイ北大演習林の4流域における夏の豪雨による谷道の洗掘浸食と流域の地形との関係、(2)5水源流域の山腹における斜面表土の浸透レート試験、(3)モシリにおける人工雨の斜面流下量区実験、(4)斜面流下水と流出土砂の関係、(5)ホロナイの山腹凍土帯における等高線壕、などがしらべられた。

2-1 夏の豪雨による谷道の洗掘浸食と流域の地形との関係

これまでに北海道で観測された最大の記録といわれている^{48),49)}昭和25年夏の局地性豪雨(8月1日, 447.9 mm/day, 126.0 mm/hr)は、苫小牧市附近に大水害を及ぼしたが、このとき同市の北東にひろがる北大演習林の4流域も、数10年来みられなかつたような谷道の洗掘浸食⁵⁰⁾をうけた(Fig. 2-1)。

この4流域の流域変数(Table 2-1)⁵¹⁾とその谷道がうけた洗掘浸食量(流域面積あたりの単位浸食レート)との関係をしらべてみると、Table 2-2のように、流域の高度差・平均高度と主谷長に高い正相関関係がみられ、高林ヒフク面積率とは負の相関関係がほぼうかがわれた。

この4流域(ホロナイ沢を含んで)は自然生落葉広葉樹や人工造林針葉樹の高林あるいは低林におおわれているので、火山砂礫(見かけ比重1.06~1.08)の表土がハゲて出ているのは谷道や防火線帯・事業用地など(各流域ともにほぼ1%)にすぎない。したがって流域の中央を走る谷道が山腹の流下水の集中によつて洪水流路となつたとき、この洪水流の掃流力は流域の地形因子(主谷長と高度差・平均高度など)によつてとくに大きい影響をうけたものとおもわれる。

4流域の流域変数の記号をTable 2-1のようにとつて、流域の単位浸食量(E_0)の期待値(\hat{E}_0)を重回帰⁵²⁾によつてみちびくと次式がえられる。

$$\hat{E}_0 = 0.05984 H_d + 0.002633 L_0 - 0.004690 H_m - 0.000093 C_f - 2.70005 \dots \dots \dots (2.1.1)$$

$E_0 - \hat{E}_0 = \Delta e = 0.127 \sim 0.020 \text{ m}^3/\text{ha}$ の誤差で表わされる。

つぎに、流域の地形変数のみを用いて重回帰式を導くと、つぎの3式となる。

$$\hat{E}_0 = 0.3251 H_d + 0.2809 L_0 - 2.5867 \dots \dots \dots (2.1.2)$$

$$\hat{E}_0 = 0.8547 L_0 - 0.04873 H_m - 0.8879 \dots \dots \dots (2.1.3)$$

$$\hat{E}_0 = 0.03991 H_d - 0.04342 H_m - 3.8989 \quad \dots\dots\dots (2.1.4)$$

上の3式の誤差をしらべると、つぎのようである。

$$(2.1.2) \quad \Delta e = 0.036 \sim 0.001 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$(2.1.3) \quad \Delta e = 0.095 \sim 0.074 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$(2.1.4) \quad \Delta e = 0.118 \sim 0.009 \text{ m}^3/\text{ha}$$

(2.1.2)式が最もよい適合をみせているが、こころみに上の3式をまとめてみると次式となる。

$$\hat{E}_0 = 0.02414 H_d + 0.3785 L_0 - 0.00177 H_m - 2.4578 \quad \dots\dots\dots (2.1.5)$$

$$\Delta e = 0.079 \sim 0.013 \text{ m}^3/\text{ha}$$

上の5式の誤差をみると、この資料の範囲では、流域の高度差と主谷長による(2.1.2)式が最もよい適合をみせていて、夏の豪雨によつて流域の中央の主谷道に行われる路面の集中洗掘(流域面積あたりの単位浸蝕レート)はこの例のような場合、0.5~3%の範囲の誤差で推定できる。

この谷道は交通輾圧によつて路面が固められ、その最小滲透レート(ホロナイ林道路路面にて測定、34~74 mm/hr 昭和31年11月21日)は、Table 2-4のホロナイ沢の高林~ハゲ地の最小滲透レート(2236~272 mm/hr)にくらべていちじるしく低い。したがつて、谷道に行われた洪水流路の集中洗掘が、この路面の低い滲透レートによつて一層拡大加速されたものである。

このような北海道の火山灰地帯の浸食については十勝岳のふもとの傾斜耕地や造林地^{52),53)}の研究がすでに発表されているが、流域開発によつて人工ハゲ地^{54),55)}が拡大することはこれまでの開拓の歴史が示すようにさけられない社会発展の方向⁵⁵⁾であるから、ここで山地と溪流とを含めた全流域の保全の研究がより広い視野と基礎によつて進められなければ、北海道の水源地域の管理^{56),57),58)}もよるべき基礎と、とるべき対策の方向に迷うことになるだろう。

2-2 水源地域の山腹における滲透試験

降雨による斜面の浸食経過は、大きくわけてみると、まず雨滴衝撃による表土の分散(分解飛散)が進められ、つぎに地表流下雨水流によつて分散された土粒子が低地へ運ばれることである^{5),6),7)}。しかし、降雨は地表に達したすべてが流出するのではなくて、地表にしばらくとどまるものと、表土から滲透し土層内を透下して土壌の水分を補うか、なお透下して地下水面に達するものなどがある。したがつて、そこの表土から滲透できないで超過した雨水^{5),6),8)}が地表流となつて表土の浸食運搬を行うことから、表土の滲透レートまたは滲透量は、降雨量・強度とある関連をもちながら(2-3参照)斜面の浸食に重大な役

割を演じている⁷⁾。

このように表土滲透が降雨による斜面浸食にはたす役割からみて、水源流域の山腹の自然のままの地表状態で、この滲透レートを測定することは、間接に表土の浸食を進める流下雨水量を大きくつかむこと意味し、またこの表土の滲透レートは地表下層の透水速度によつて制限されていることから、見えない地表下層の水循環⁶⁹⁾に関する状態を簡単に推定するためにも重要である。

そこで、ホロナイ (Plate 2-1)、モシリ (Plate 2-2)、オトイネツプ (Plate 2-3) の各斜面浸食試験地の属する水源流域と北海道南西部の自然生ブナ林帯の北限に近い檜山・天の川・アツシナイ (厚志内沢) 支流水源流域 (Plate 2-5 a, b)、中部の石狩河上流地帯の支流水源流域・古川 (Plate 2-4 a, b) を含んだ小流域 (Fig. 1-1 参照) で、マスグレーブ円筒滲透計 (径 20 cm×長 20 cm) による山腹の滲透レートの測定⁵⁸⁾を行つた。

この 5 小流域の立地条件の大要は Table 2-3 にみられ、山腹斜面の植生と表土層断面は Plate 2-1~5 に各流域ごとの 2・3 の例をあげた。これらの同一流域内の土性や地表の植生ヒフク状態は局地ごとに変化をみせているが、とくに植生ヒフクによる表土の滲透レートの変化の幅は他の条件による変化よりも大きいとおもわれたので、地表の状態を高林・低林 (高木の散生地からササ地までを含む) とハゲ地 (植生ヒフクのない崩壊地や林道などを含む) の 3 区分として、容水レートによる表土の滲透レートの最小値⁵⁸⁾をしらべた。

滲透レートの試験 (昭和 31~32 年) の結果を流域と地表ヒフク状態によつてまとめると、Table 2-4; Fig. 2-2 のようであつて、この流域と地被による滲透レートの区分は、分散分析²³⁾によると有意な差異 (5% 水準) を示している。したがつて、表 2-4 の各列と行の全平均は大きな意味はないが、ここにあげた流域とほぼ似たような特性をまとめて含んでいる大流域にはマクロな 1 の基準をあたえたと考えてよいだろう。

ホロナイ・モシリとオトイネツプの各斜面浸食試験地でえられた滲透と年斜面浸食量の関係を、こころみに滲透試験地の古川とアツシナイに適用してみると、Fig. 1-14, 15 からつぎのような年斜面浸食量 (t/ha) のマクロな推定値がえられる。

	高 林	低 林	ハゲ地
石狩川・古 川:	1.7	2.1	37
天の川・厚志内:	1.8	2.6	23

2-3 人工雨による斜面流下量区実験

モシリ斜面浸蝕試験地の北東約 1 軒のモシリウンナイ支流 (北大雨竜演習林・モシリ事業区 16 林班) に斜面流下量区 (Table 2-5) を設け人工撒水による実験^{5), 7)} (昭和 31 年 5 月から同 32 年 6 月 21 日までの間) を Table 2-6 のように行つた⁵⁹⁾。

この斜面流下量区 (Plate 2-6) の設けられた山腹 (Fig. 2-3) は中位の起伏⁵⁾で、やや凸形 (Convex) の縦断形状から緩斜面の凹形 (Concave) に移行する山すそであつて、表土層断面 (Plate 2-6 III, IV) と表土の粒径分布曲線 (Fig. 2-4) からみると、モシリ斜面浸食試験地 (Fig. 1-3 b, c 参照) より砂土がすくなくて礫と粘土が多く含まれている。流下量区 (No. 5 v, No. 6 b) で表土の浸透レート試験をマスグレーブ浸透計と斜面浸透計 (Plate 2-7) でしらべた結果 (Table 2-8) は植生区 485~257, ハゲ地区 287~217 mm/hr であつて、モシリ斜面浸食試験地 (No. 1~4) にくらべて植生区ではほぼ等しくハゲ地区では流下量区がやや高い浸透レートを示している (Table 1-4 参照)。この流下量区の設備は斜面浸食試験区とほとんど等しい構造としたが斜面長は 5 m にとつた。

人工雨の撒水動力 (Plate 2-8) として動力噴霧機 (宿谷式高圧 3 連・C-SES-15) と噴出桿 (長: 5 m) を用いた。降雨強度は、ハゲ地区では人工撒水の前後にビニール布 (Plate 2-8) を区の全面に敷いて流下水量によつて測定したが、植生区では普通雨量計 (径: 20 cm) を植生梢端と同高において雨量を測定した。

このモシリの流下量区実験 (Table 2-6~8 参照) にオトイネツプ斜面浸食区の人工撒水実験¹⁴⁾の一部をつけ加えて、人工雨による斜面流下水と流出土及び斜面浸食の経過をまとめてみると、つぎのようである。

(1) ハゲ地区 (No. 6 b) では 50~100 mm/hr の 1 時間降雨によつて流下水率 (テスト 56-1~4; 57-1, 2, 5) は 1.5~11.4% であるが、先行雨などによる表土の含水量によつて変化⁶⁾がみられる。この程度の雨では、ほとんど流出土はみとめられない (Plate 2-9)。

(2) ハゲ地区で 200~400 mm/hr の 1 時間降雨では、流下水率は 5.4~34.2% (テスト 56-8, 10; 57-3, 4, 6) に達して、表土が流出するが、先行雨量が大きいほど (すなわち、表土の含水量が大きくなつて、地表面が荒され、ほぼ全面積の浸透レートが最小値に近くなる) 表土は多量 (テスト 56-10; 57-6) に流下される。

この地面浸蝕の初期状態 (テスト 57-3, 4; Plate 2-10, 11) では、流下水深の増大によつて表土の浸食深は増大するが、一定の降雨強度がつづく浸食深は流下水深の増加にともなわないで (テスト 57-4, 6; Plate 2-12) 周期的な波動をみせながらも、ほぼ平衡の状態 (Fig. 2-5) に達する^{5)-7), 60)}。

(3) ハゲ地区斜面の浸蝕の進行状態は、99 mm/hr (テスト 57-2; Plate 2-9) の 1 時間降雨によつて、アバタ状浸食⁶⁰⁾にとどまるが、つづく 204 mm/hr (テスト 57-3) では、この雨食穴が拡大され、その下縁に流下土砂がためられて小さい土砂ダムをつくり、ダム背水が満ちてくると急激に数 cm を下に押し出して止まり、4~5 分ごとに中断なくこの小泥流運動⁶⁰⁾がつづけられ、リル (Rill)⁶⁰⁾が進行していく経過 (Plate 2-10, 11) がみられる。

このリル水路の開通はハイドログラフ (Hydrograph) Fig. 2-5 の No. 57-3 で 42 分後

の浸蝕深 (E_d) のピーク (Peak) となつてあらわれている。

(4) テスト 57-3 のリルは 225 mm/hr (テスト 57-4) の降雨が 1 時間つづけられてなお拡大されたが、つぎの降雨強度をさげた 103 mm/hr (テスト 57-5) では、リルの発達は見られなかつた。632 mm の先行雨量のあとの 200 mm/hr 1 時間降雨 (テスト 57-6) では、またもやリルの拡大するのがみられたが、Plate 2-13~14 によつてこのテストの前後のリルと浸蝕舗道 (Erosion pavement)^{30), 60)} の状態が対照してみられる。

この浸食舗道のいちじるしい 1 例として、テスト 56-10 (416 mm/hr) 1 時間後の状態を Plate 2-16, I に示した。

(5) テスト 57-6 のあとで (総降雨量 935 mm) Plate 2-15 のように牧草稈 (Timothy grass: 2.4 kg/m²) でハゲ地区をヒフクして、テスト 57-7 (189 mm/hr) の 1 時間降雨を行つた結果は、Fig. 2-5 の下段にテスト 57-6 と対照してみられるようであつて、流下水率は 7% 減少し流出土量はほぼ 99% が減少してヒフクの効果をはっきり示している。

(6) 植生区 (No. 5v) では Plate 2-16 II, III にみられるように、テスト 57-8, 9, 10 によつて 198; 255; 288 mm/hr の 1 時間降雨を 3 時間つづけたが、流下水率は 0.12~0.19% で流出土はみられなかつた (Table 2-6 参照)。この例でも地面の雨滴浸食と流下水の浸蝕に対する低木の植生ヒフク (Table 2-5 b⁶⁹⁾) 効果の大きさを明らかにすることができる。

(7) オトイネツ斜面浸蝕試験地の北東面 (No. 7b) と南西面 (No. 2b) の撒水による人工雨実験¹⁴⁾ では、Plate 2-17, 18 にみられるように、表土の組成と構造の差 (礫・滲透・分散比・塑性の差異) によつて流下水率に 41.8:78.4% の差がみられ、粘質土の南西面では層状浸食 (Sheet erosion) が行われ、礫質土の北東面ではリル浸食が行われている状態が明らかにみられた^{6), 30), 60), 70)}。

2-4 斜面流下水と流出土砂の関係

まえの斜面流下量区実験において、流出土砂のみられたテスト 56-8, 10; 57-3, 4, 5, 6, 7 について、単位時間 (6~12 min) に対する流下水深 (q)、流下水深レート (q_r)、積算流下水深 (Q_d) とこれらに対応する浸蝕深 (e)、浸食深レート (e_r)、積算浸食深 (E_d) はまとめて Table 2-7 a, b にみられる。

この流出土砂のみられたテスト中で降雨強度が 200 mm/hr より低かつた 103 mm/hr のテスト 57-5 を除いて、200~416 mm/hr の降雨について、積算流下水深と浸食深の関係を、各テストの単位時間ごとに両対数紙に描いてみると Fig. 2-6 のよくなつて、つぎの指数実験式で表わされる^{5), 70)}。

$$E_d = 10^{-n} \times a Q_d^m \dots\dots\dots (2.41)$$

n, m, a : 常数 (Fig. 2-6 参照)

すなわち、流下水深の増大は指数曲線的に浸食深の増大をともなっている。

しかしながら、テスト 57-4 と 6 をくらべてみると、後者では浸食舗道ができてリル水路面も浸食抵抗を増してきているので、流下水深の増大にともなり浸食深の増大傾向はゆるくなつてきている。このことは、ほぼ一定の降雨量と落下速度の状態において流下水深が増大してくると、雨滴衝撃が地面の雨水薄層流によつてさえぎられ地面に及ぼす衝撃効果が小さくなることもその一原因と考えられる⁽²⁾。

つぎに流出土砂のみられたテストの結果によつて、1 時間後の積算流下水深と浸食深の関係を Fig. 2-7 に描いてみると、テスト 57, 3, 4, 6 と 56-8, 10 によつて流下水深の総量は浸食深の総量とパラボラ曲線 (Parabolic curve) 関係を示して、浸食の進行はやがて平衡状態^{(20), (21)} に達する傾向がうかがわれる。

チモシー牧草によつて、ハゲ地区をヒフクした場合のテスト 57-6, 7 を両対数紙によつて Fig. 2-8 にくらべてみると、各単位時間ごとの積算流下水深と浸食深の増大傾向はほぼ一致しているが、流下水深に対応する浸食深の大きさに 10^2 の開きがみられる。この例は牧草によるハゲ地ヒフク (約 10 cm 厚) によつて、表土の浸食はほとんど防止されたことを示していて、自然植生による地面ヒフクが表土の雨滴浸食と土砂流出の防止にはたしている役割の大きさが明らかになる (Fig. 2-5 参照)。

したがつて、降雨強度の増大または滲透レートの低下によつて、流下水深が増大すると浸食深は指数曲線的に増加するが、斜面の浸食舗道やリルの発達で、浸食深がある抵抗層に達すると、浸食深の増大傾向はゆるめられる。また、ハゲ地斜面のヒフクは流下水深を低下させることよりは、むしろ雨滴衝撃を防止して、地面の表土分解飛散をさまたげるのに大きい意味があるとおもわれる。自然降雨^{(22), (23)} は、この人工雨 (落下高: 3~3.5 m; 雨滴径 1~3 mm が 50%) よりはるかに大きい落下勢力をもつので、雨滴浸食に対する地面ヒフクの効果はこの人工雨実験の結果より、はるかに大きいものが期待される。

モシリ斜面浸食試験地 (No. 2b, 4b) ハゲ地区と人工雨の流下量区実験のハゲ地区 (No. 6b) について、積算降雨量に対する表土浸蝕土砂量をくらべてみると (Table 2-9; Fig. 2-9) 10^3 mm 降雨量に対して、自然降雨 18.955, 人工雨 14.331 t/ha であつて、600 mm 以上の降雨量については、ほぼ平行する傾向をみせた。この両者の差異については、雨滴径と落下速度による勢力の差が浸食量に及ぼされた最大の影響と考えられるが、両試験区の土性 (粒度・分散・滲透・塑性指数) と地形因子 (斜面長・傾斜角など) の差異も雨滴浸食と土砂流出の結果にすくなからぬ影響をあたえているものとおもわれる。

2-5 山腹凍土帯における等高線壕

ホロナイ斜面浸食試験地は、まえにものべたように少雪で寒冷な (Table 1-6 a~c;

1-22~24 参照) 冬の気候のもとで地下水分の移動しやすい火山砂礫土地帯にあることから、ハゲ地区の凍結による浸食 (1-10 参照) は植生区にくらべてすくなくない。

したがって、積雪層の表土ヒフクを人工的に厚くすることでその表土の凍土深を浅くし、春の融解季にその表土から地表水の滲透^{29),32)}を促進するために、降雨季の斜面流の遮断と貯留に利用^{60),61)}されている等高線壕の凍結と融解の経過について1連の試験をこころみた。

積雪季のまえに (昭和31年12月1日) ホロナイ斜面浸食試験地の低林内の No. 5 と高林内の No. 6 との南側に隣接して Plate 2-19~21 にみられるような斜面の最大傾斜方向に横断した等高線壕 (Fig. 2-10) を掘った。

積雪後の3月7日の傾斜方向の縦断面の掘サクでは、Fig. 2-10 の斜面上端基点から壕の中央、壕の下の2.70 m 点の平均凍結深は、低林内 68, 23, 70 cm, 高林内 65, 30, 53 cm のコンクリート凍土層下限界線が測定されて、壕内中央の凍土深は壕の上方斜面や下方斜面よりいずれも浅かった。ついで、4月7日と5月8日の消雪後の凍土層の下限線は、縦断面に沿う掘サクによると、Fig. 2-10 a, b に示されるようであつて、凍土層の下限界線は地表とはほぼ平行であつた。壕の中央底では凍土深があさく、壕内の表土が積雪層におきかえられていて地熱放散の小さい凹形であることから^{42),43)}、壕底の地表の冷却防止に有効であつたとおもわれる。

低林内の等高線壕では、4月7日の消雪日にすでに壕底附近の凍土層は融解していて雪どけによる地表流を滲透する状態にあつたが、高林内では図のように凍土層の融解もおそく、雪どけ水滲透に対する等高線壕の大きな効果はのぞめないようであつた。

したがって、低林やハゲ地では、このような等高線壕を積雪季前に掘サクしておく、凍土深も浅く経過して、雪どけ地表流や消雪季前後の降雨による地表流下水の遮断・貯留と滲透の促進に有効であつて、この例のように寒冷な積雪の多い地方では、急傾斜の人工造林地や崩壊斜面あるいは林道の切盛土法面の地表流による斜面浸食の防止に利用できる簡易な工法であろう。

表 (Tables)

	頁
2-1 苫小牧川4支流域の特性変数	73
Characteristic Variables of Four Tributary Watersheds above Tomakomai River Basin.	
2-2 流域変数とその単位浸食量との相関	73
Correlations of Watershed Variable to Unit Erosion.	
2-3 北海道の水源流域における浸透試験地の斜面条件	74
The Slope Conditions of Infiltration Study Plots in Source River Basins of Hokkaido.	
2-4 北海道の水源流域における山腹斜面の浸透レート	74
Infiltration-rates of Mountain-side Slopes in Source Basins of Hokkaido.	
2-5 a, b モシリにおける流下量区	75
Run-off Study Plots at Moshiri, Uryū River Basin.	
2-6 人工雨による流下量区実験の総括	76
Summarized Data of Run-off Experiments with Simulated Rainfall at Moshiri.	
2-7 a, b 単位時間の流下水深と浸食深	77
Depths of Run-off Water and Erosion Loss per Unit Time.	
2-8 モシリ流下量区の浸透レート	80
Infiltration-rates on Run-off Plots at Moshiri.	
2-9 自然降雨と人工雨によるハゲ地区からの斜面浸食量の比較	80
A Comparison of the Slope Soil Erosion Loss from Natural Rainfall and Simulated Rainfall on Bare Plot.	

Table 2-1. Characteristic Variables of Four Tributary Watersheds above Tomakomai River Basin.

苫小牧川上流4支流域の特性変数

Watershed	Area (A) km ²	Elevation Difference (H _a) m	Mean Elevation (H _m) m	Main Valley Elongation (L ₀) km	Valley Line Density (D) km/km ²	Valley Line Form Factor (F) km ² /km ²	High Forest Cover (C _f) %	Erosion-loss	
								Total (E) m ³	Unit (E ₀) m ³ /ha
Horonai	10.30	90	68	8.0	2.7	0.16	77	2649	2.572
Sobaya	2.80	80	55	6.1	3.1	0.08	49	494	1.764
Kuma	4.58	60	54	5.0	3.2	0.18	97	841	0.745
Yamanokami	3.25	50	43	3.6	3.0	0.25	98	16	0.049
Mean	5.2825	70	55	5.675	3.0	0.1675	80.25	875	1.2825

Table 2-2. Correlation Coefficients of Watershed Variables to Unit Erosion.

流域変数とその単位浸食量との相関係数

Variable	Unit Erosion (e)	Elevation Difference (H _a)	Mean Elevation (H _m)	Main Valley Elongation (L ₀)	High Forest Cover (C _f)
(e)	—				
(H _a)	0.991	—			
(H _m)	0.950	0.889	—		
(L ₀)	0.989	0.973	0.979	—	
(C _f)	0.655	0.715	0.386	0.539	—

Table 2-3. Slope Conditions of Infiltration Study Plots
in Source River Basins of Hokkaido.

北海道の水源流域における浸透試験地の斜面条件

Item \ Basin	Horonai, Tomakomai (Tho)	Moshiri, Uryū (Umo)	Otoineppu, Teshio (Tot)	Asshinai, Amanokawa (Aas)	Furukawa, Ishikari (Ifu)
Geological Stratum	Volcanogenic	Neozoic	Mesozoic	Paleozoic	Paleozoic, Mesozoic
Altitude (m)	64~24	380~300	100~65	360~140	540~445
Natural Slope (%)	65~47	67~23	87~81	93~62	63~31
Forest (works)	Broad-leaved (Clear Cut.)	Mixed (Slection Cut.)	Mixed (Experiment)	Broad-leaved (Slection Cut.)	Mixed (Experiment)
Surface Soil	Volcanic sand	Sandy Clay	Clay loam	Sandy loam	Sandy loam
Specific Gravity	1.38	2.56	2.63	2.54	2.41
Moisture Content (%)	84~16	33~19	48~18	125~25	108~16
Mean Annual Precipitation (mm)	1590	2711	2479	2338	1721
Annual Mean A. Temperature (°C)	24~11	22~12	23~12	23~3	22~9

Table 2-4. Infiltration-rates of Mountain-side Slopes in Source Basins of Hokkaido.

北海道の水源流域における山腹斜面の浸透レート

Basin	Forest Cover			
	High Forest HF	Coppice Forest CF	Bare Ground BG	Mean
Horonai, Tomokomai [Tho]	776 1467~452 *(8)	962 2236~491 (8)	677 1233~272 (8)	805 2236~272 (24)
Moshiri, Uryū [Umo]	552 1349~132 (10)	390 564~241 (10)	214 516~13 (10)	385 1349~13 (30)
Otoineppu, Teshio [Tot]	346 848~86 (10)	148 232~54 (10)	113 669~4 (10)	202 844~4 (30)
Furukawa, Ishikari [Ifu]	743 831~429 (4)	585 1021~294 (4)	41 57~15 (4)	456 1021~15 (12)
Asshinai, Amanokawa [Aas]	727 1263~185 (10)	450 812~91 (10)	127 255~12 (10)	435 1263~12 (30)
Mean	605 1467~86 (42)	474 2236~54 (42)	241 1233~4 (42)	440 2236~4 (126)

* (): Numbers of Data Observed.

Table 2-5 a. Slope Conditions of Run-off Plots at Moshiri, Uryū.
モシリにおける流下量区の斜面条件

Study Plot	(No.)	5 v	6 b
Geological stratum		— kotanbetzn, Neogene (Shale, Sand stone)	—
Altitude	(m)	— 299.7	—
Slope	(% ; degree)	59 (30°)	60 (31°)
Area [Slope Area]	(m ²)	4,330 [5,000]	4,236 [5,000]
Cover		Brush	Bare
Surface Soil	(0~10 cm)	— Light Clay	—
Silt and Clay Content for Fine Soil	(%)	61.8~72.1	76.6~75.9
Specific Gravity (Apparent)		— 2.59 (0.89)	—
Water Capacity	(%)	— 76.0~64.3	—
Liquid Limit	(%)	— 58.9	—
Plastic Limit	(%)	— 44.4	—
Plastic Index	(%)	— Medium 14.5	—
Dispersion Ratio	(%)	21.8	21.2
Permeability (<i>k</i>)	(cm ² /sec)	— 0.014852~0.000353	—
Infiltration-rate (<i>f_c</i>)	(mm/hr)	485~257	287~217

Table 2-5 b. Vegetation on Study Plot, No. 5 v, at Moshiri.

Herbs

⊙ <i>Sasa palmata</i> NAKAI	ク マ イ ザ サ
<i>Carex sachalinensis</i> FR. SCHM.	ゴ ン ゲ ン ス ゲ
⊙ <i>Heracleum dulce</i> FISCH.	オ オ ハ ナ ウ ド
<i>Polygonatum odoratum</i> DRUCE var. <i>pluriflorum</i> OHWI	ア マ ド コ ロ
<i>Streptopus streptopoides</i> FRYE et RIGG var. <i>japonicus</i> FASSETT	タ ケ シ マ ラ ン
⊙ <i>Anemone flaccida</i> FR. SCHM.	ニ リ ン ソ ウ
<i>Anemone yezoensis</i> KOIDZ.	エ ソ イ チ ゲ
<i>Actaea asiatica</i> HARA	ル イ ヨ ウ シ ョ ウ マ
⊙ <i>Cephalonoplos setosum</i> KITAM.	エ ソ ノ キ ツ ネ ア ザ ミ
⊙ <i>Trillium Tschonoskii</i> MAXIM.	シ ロ バ ナ エ ン レ イ ソ ウ
⊙ <i>Erythronium japonicum</i> DECNE.	カ タ ク リ
⊙ <i>Polygonum sachalinense</i> FR. SCHM.	オ オ イ タ ド リ

Woody plants

<i>Viburnum furcatum</i> BLUME	オ オ カ メ ノ キ
<i>Symplocos chinensis</i> DRUCE forma <i>pilosa</i> OHWI	サ ワ フ タ ギ
<i>Vitis Coignetiae</i> PULLIAT	ヤ マ ブ ド ウ
<i>Ilex rugosa</i> FR. SCHM.	ツ ル ツ ゲ
<i>Hydrangea petiolaris</i> SIEE. et ZUCC.	ゴ ト ウ ズ ル
⊙ <i>Sambucus Sieboldiana</i> BLUME, ex GRAEBNER var. <i>Miquelii</i> HARA.	エ ソ ニ ワ ト コ
⊙ <i>Euonymus macropterus</i> RUPR.	ヒ ロ ハ ツ リ バ ナ

⊙: Natural invasion plants on bare plot 6 b.

ハゲ地区6bへの侵入植生

Table 2-6. Summerized Data of Run-off Experiments with Simulated Rainfall at Moshiri.

モシリにおける人工雨による流下量区実験の総括

Test No.	Date	Plot and Cover	Rain fall				*⑤ Run-off				Erosion-loss			
			Antecedent P_a mm	Intensity i mm/hr	Time h hr	Total P mm	Volume Q_v ℓ/hr	Depth Q_d mm	Q_d/P %	Weight E_w/w gr/hr	Depth E_d mm	E/i %	E/P %	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	
56~ 1	V, 31	5. Veg.	*① 24	45	1	45	5.9	1.4	3.4	—	—	—	—	
2	"	6. Bare	*① 24	45	1	45	17.1	4.0	8.9	—	—	—	—	
3	VI, 1	5. Veg.	45	101	1	101	11.9	2.8	2.7	—	—	—	—	
4	"	6. Bare	45	101	1	101	50.0	11.7	11.6	—	—	—	—	
5	VII, 1	5. Veg.	*② 14	105	2	210	1.0	0.2	0.2	—	—	—	—	
6	"	6. Bare	*② 14	106	2	212	25.4	5.9	5.6	—	—	—	—	
7	VII, 2	5. Veg.	210	355	2	710	6.7	1.6	0.5	—	—	—	—	
8	"	6. Bare	212	320	3	960	73.3	17.1	5.4	1707	0.106	0.033	0.620	
9	VII, 3	5. Veg.	921	416	1	416	51.9	12.0	2.9	—	—	—	—	
10	"	6. Bare	1172	416	1	416	623.6	143.9	34.2	10299	0.924	0.222	0.643	
57~ 1	VI, 18	6. Bare	*③ 11	104	1	104	19.4	4.4	4.3	—	—	—	—	
2	VI, 19	"	104	99	1	99	6.5	1.5	1.5	—	—	—	—	
3	"	"	203	204	1	204	42.4	9.9	4.9	572	0.051	0.025	0.515	
4	"	"	407	225	1	225	214.1	50.1	22.4	4767	0.428	0.190	0.858	
5	"	"	632	103	1	103	24.9	5.8	5.6	—	0.001	0.001	0.017	
6	VI, 20	"	735	200	1	200	250.8	58.4	29.5	6290	0.565	0.232	0.768	
7	"	(Covered)	935	189	1	189	179.7	41.9	22.5	54	0.005	0.003	0.119	
8	VI, 21	5. Veg.	*④ 27	198	1	198	1.3	0.3	0.11	—	—	—	—	
9	"	"	198	255	1	255	2.6	0.6	0.24	—	—	—	—	
10	"	"	453	238	1	238	1.5	0.3	0.12	—	—	—	—	

*①~④ Antecedent natural rainfall before test. テスト前の先行雨量

*⑤ Values of items for Run-off column are presented by means, in the case of two or three hours duration of rainfall.

2あるいは3時間の降雨では、流下の各項は平均値をあげた

Talbe 2-7 a. Depths of Run-off Water and Erosion Loss per Unit Time.
 単位時間の流下水深と浸食深

Test No.	i mm/hr	Rate	Time (min)									Detention	Remarks		
			6	12	18	24	30	36	42	48	54		60	Beginning of flow	End of flow
56~8*	I	q mm	—	0.58	—	0.93	—	0.97	—	1.21	—	1.32	—	1'40''	—
		q_r mm/hr	—	3.40	—	4.60	—	4.90	—	6.00	—	6.60	—	—	—
		Q_d mm	—	0.58	—	1.51	—	2.49	—	3.70	—	5.03	—	—	—
		e mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		e_r mm/hr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E_d mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	II	q mm	—	1.77	—	2.33	—	2.45	—	3.38	—	4.75	—	—	—
		q_r mm/hr	—	8.70	—	11.60	—	12.20	—	16.90	—	23.60	—	—	—
		Q_d mm	—	6.80	—	9.13	—	11.58	—	14.95	—	19.69	—	—	—
		e mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		e_r mm/hr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E_d mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	III	q mm	—	5.83	—	5.88	—	5.73	—	6.76	—	7.14	0.81	—	3'00''
		q_r mm/hr	—	29.20	—	29.40	—	28.10	—	33.80	—	35.30	16.30	—	—
		Q_d mm	—	25.52	—	31.40	—	37.02	—	43.78	—	50.92	51.73	—	—
		e mm	—	2.52×10^{-2}	—	1.30×10^{-2}	—	2.90×10^{-2}	—	2.26×10^{-2}	—	6.75×10^{-2}	—	—	—
		e_r mm/hr	—	1.26×10^{-1}	—	0.75×10^{-1}	—	1.45×10^{-1}	—	1.13×10^{-1}	—	3.38×10^{-1}	—	—	—
		E_d mm	—	2.52×10^{-1}	—	3.83×10^{-2}	—	6.74×10^{-1}	—	9.00×10^{-1}	—	1.06×10^0	—	—	—
56~10	416	q mm	—	14.00	—	25.12	—	31.22	—	36.72	—	36.70	1.16	1'45''	2'30''
		q_r mm/hr	—	81.80	—	128.20	—	156.10	—	183.60	—	183.50	27.70	—	—
		Q_d mm	—	14.00	—	39.12	—	70.34	—	107.25	—	143.94	145.10	—	—
		e mm	—	1.87×10^{-1}	—	2.32×10^{-1}	—	2.40×10^{-1}	—	1.63×10^{-1}	—	1.00×10^{-1}	—	—	—
		e_r mm/hr	—	1.09	—	1.16	—	1.20	—	0.81	—	0.50	—	—	—
		E_d mm	—	1.87×10^{-1}	—	4.20×10^{-1}	—	6.60×10^{-1}	—	8.23×10^{-1}	—	9.24×10^{-1}	—	—	—

* For three consecutive hours

I : 1st hour II : 2nd hour III : 3rd hour

Table 2-7 b.
単位時間の流下

Test No.	<i>i</i> (mm/hr)	Rate	Time				
			6	12	18	24	30
57~3	204	<i>q</i> mm	0.01	0.24	0.28	0.31	0.44
		<i>q_r</i> mm/hr	1.10	2.40	2.80	3.10	4.40
		<i>Q_d</i> mm	0.01	0.37	0.64	0.95	1.39
		<i>e</i> mm	1.8×10^{-5}				
		<i>e_r</i> mm/hr	2.3×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.8×10^{-4}	1.8×10^{-4}
		<i>E_d</i> mm	2.8×10^{-5}	3.6×10^{-5}	5.4×10^{-5}	7.2×10^{-5}	9.0×10^{-5}
57~4	225	<i>q</i> mm	1.52	3.45	4.69	4.31	5.41
		<i>q_r</i> mm/hr	23.00	34.50	46.90	43.10	54.10
		<i>Q_d</i> mm	1.52	4.96	9.62	13.94	19.35
		<i>e</i> mm	4.96×10^{-2}	4.30×10^{-2}	5.61×10^{-2}	3.72×10^{-2}	8.03×10^{-2}
		<i>e_r</i> mm/hr	7.13×10^{-1}	4.30×10^{-2}	5.61×10^{-1}	3.72×10^{-1}	8.03×10^{-1}
		<i>E_d</i> mm	4.96×10^{-2}	9.26×10^{-1}	1.48×10^{-1}	1.86×10^{-1}	2.60×10^{-1}
57~5	103	<i>q</i> mm	0.09	0.28	0.32	0.51	0.56
		<i>q_r</i> mm/hr	1.80	2.80	3.20	5.10	5.60
		<i>Q_d</i> mm	0.09	0.37	0.69	1.20	1.76
		<i>e</i> mm	2.6×10^{-5}	4.4×10^{-5}	4.4×10^{-5}	4.4×10^{-5}	4.4×10^{-5}
		<i>e_r</i> mm/hr	4.4×10^{-5}	4.4×10^{-4}	4.4×10^{-4}	4.4×10^{-4}	4.4×10^{-4}
		<i>E_d</i> mm	2.6×10^{-5}	7.1×10^{-5}	1.2×10^{-5}	1.6×10^{-4}	2.1×10^{-4}
57~6	200	<i>q</i> mm	1.85	4.33	4.22	7.78	7.88
		<i>q_r</i> mm/hr	25.70	43.30	42.20	77.80	78.80
		<i>Q_d</i> mm	1.85	6.18	10.40	18.18	26.06
		<i>e</i> mm	3.50×10^{-2}	3.06×10^{-2}	1.62×10^{-2}	1.58×10^{-1}	8.45×10^{-2}
		<i>e_r</i> mm/hr	4.84×10^{-1}	3.06×10^{-1}	1.62×10^{-1}	1.58×10^0	8.45×10^{-1}
		<i>E_d</i> mm	3.50×10^{-2}	6.55×10^{-2}	8.17×10^{-2}	2.39×10^{-1}	3.24×10^{-1}
57~7	189	<i>q</i> mm	0.58	3.87	3.15	2.75	5.25
		<i>q_r</i> mm/hr	15.60	38.70	31.50	27.50	52.50
		<i>Q_d</i> mm	0.58	4.45	7.60	10.35	15.60
		<i>e</i> mm	1.80×10^{-4}	4.48×10^{-4}	1.35×10^{-4}	1.35×10^{-4}	1.37×10^{-4}
		<i>e_r</i> mm/hr	9.08×10^{-3}	4.48×10^{-3}	1.35×10^{-3}	1.35×10^{-3}	1.37×10^{-3}
		<i>E_d</i> mm	1.80×10^{-4}	6.29×10^{-4}	7.64×10^{-4}	9.00×10^{-4}	2.28×10^{-3}

Ditto.

水深と浸食深

(min)					Detention	Remarks	
36	42	48	54	60		Beginnig of flow	End of flow
0.96	1.63	1.82	2.45	1.63	0.15	2'10''	6'00''
9.60	16.30	18.20	24.50	16.30	1.50	—	—
2.28	3.91	5.75	8.21	9.85	10.01	—	—
1.26×10^{-3}	6.8×10^{-4}	2.48×10^{-2}	1.68×10^{-2}	5.61×10^{-3}	4.58×10^{-3}	—	—
1.26×10^{-2}	6.8×10^{-3}	2.48×10^{-1}	1.68×10^{-1}	5.61×10^{-2}	4.58×10^{-2}	—	—
1.87×10^{-3}	2.07×10^{-3}	2.67×10^{-2}	4.58×10^{-2}	5.18×10^{-2}	5.61×10^{-2}	—	—
5.48	5.91	6.03	6.25	7.06	0.87	1'50''	5'00''
54.80	59.10	60.3	62.50	70.60	4.20	—	—
24.82	30.73	36.76	43.01	50.07	50.44	—	—
3.48×10^{-2}	4.49×10^{-2}	1.49×10^{-2}	3.16×10^{-2}	3.68×10^{-2}	2.96×10^{-3}	—	—
3.48×10^{-1}	4.49×10^{-1}	1.49×10^{-1}	3.16×10^{-1}	3.68×10^{-1}	4.14×10^{-2}	—	—
3.01×10^{-1}	3.46×10^{-1}	3.60×10^{-1}	3.93×10^{-1}	4.28×10^{-1}	4.31×10^{-1}	—	—
0.75	0.70	0.82	0.86	0.91	0.10	2'30''	5'00''
7.50	7.00	8.20	8.60	9.10	1.30	—	—
2.51	3.21	4.04	4.90	5.81	5.91	—	—
4.4×10^{-5}	8.9×10^{-5}	8.9×10^{-5}	8.9×10^{-5}	8.9×10^{-5}	7.3×10^{-4}	—	—
4.4×10^{-4}	8.9×10^{-4}	8.9×10^{-4}	8.9×10^{-4}	8.9×10^{-4}	8.6×10^{-3}	—	—
2.6×10^{-4}	3.5×10^{-4}	4.4×10^{-4}	5.3×10^{-4}	6.0×10^{-4}	1.3×10^{-3}	—	—
6.50	4.79	7.83	6.58	6.80	0.43	1'40''	5'00''
65.00	47.90	78.30	65.80	68.00	5.30	—	—
32.56	37.85	45.18	51.76	58.40	58.88	—	—
5.03×10^{-2}	2.78×10^{-2}	1.00×10^{-1}	2.19×10^{-2}	4.06×10^{-2}	6.28×10^{-3}	—	—
5.03×10^{-1}	2.78×10^{-1}	1.00×10^0	2.19×10^{-1}	4.06×10^{-1}	9.05×10^{-2}	—	—
3.75×10^{-1}	4.02×10^{-1}	5.03×10^{-1}	5.25×10^{-1}	5.65×10^{-1}	5.72×10^{-1}	—	—
2.87	3.62	5.51	7.92	6.33	0.50	3'40''	4'00''
28.70	36.20	55.10	79.20	63.80	8.60	—	—
18.47	22.09	27.60	35.52	41.90	42.50	—	—
2.43×10^{-4}	2.43×10^{-4}	9.25×10^{-4}	8.61×10^{-4}	3.06×10^{-4}	—	—	—
2.43×10^{-3}	2.43×10^{-3}	9.25×10^{-3}	8.61×10^{-3}	3.06×10^{-3}	—	—	—
2.52×10^{-3}	2.76×10^{-3}	3.69×10^{-3}	4.55×10^{-3}	4.86×10^{-3}	—	—	—

Table 2-8. Infiltration-rates (mm/hr) on Run-off Plots at Moshiri (using Musgrave's Infiltrometer).

モシリ 流下量区の滲透レート (マスクープ滲透計による)

Plot.	Cover	Time in minute												fc	Date
		1'	3'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'	60'		
5	Veg.	1518	977	714	630	685	543	464	465	422	505	473	477	485	IX, 21,'56
	"	600	360	320	300	280	270	260	250	240	270	250	250	257	VII, 21,'57
	Mean	1059	669	517	465	483	407	362	358	331	388	362	364	371	—
6	Bare	1840	1108	767	545	557	394	400	364	358	294	285	282	287	IX, 21,'56
	"	870	854	718	302	298	259	280	238	216	226	217	208	217	IX, 21,'56
	Mean	1855	981	743	424	428	327	340	301	287	260	251	245	252	—
* 6	Bare	562	557	551	532	507	478	474	460	454	447	443	437	442	VII, 16,'56

* By Mountain Infiltrometer (c. f. Plate 2-7)

Table 2-9. A Comparison of the Slope Soil Erosion Loss from Natural Rainfall and Simulated Rainfall on Bare Plot at Moshiri.

自然降雨と人工雨によるハゲ地区からの斜面浸食量の比較

Year	Natural Rainfall*		Simulated Rainfall**		
	Total Amount mm/VI~X	Erosion-loss t/ha	Test No.	Total Amount mm/hr	Erosion-loss t/ha
1954	492	1.352	57-3	407/3	1.218
'56	614	18.040	57-4	632/4	11.122
'53	682	2.066	57-6	985/6	14.676
'55	1298	37.132	56-10	1588/6	24.030
Sum	3091	38.590	Sum	3562	51.046
Ratio	1000	18.955	Ratio	1000	14.831

*Data from Table 1-21.

**Data from Table 2-6.

図 (Figures)

		頁
2— 1	北海道の苫小牧川の4支流域 Four Tributary Watersheds above Tomakomai River Basin, Hokkaido.	82
2— 2	北海道の5水源流域における山腹斜面の滲透レート Infiltration-rates of Mountain-side Slope in 5 Source Basins of Hokkaido.	82
2— 3	モシリにおける流下量試験区 Run-off Study Plots at Moshiri.	83
2— 4	流下量区の表土粒径分布曲線 Soil Grain-size Accumulation Curves for Run-off Study Plots at Moshiri.	83
2— 5	流下量実験のハイドログラフ Hydrographs for Run-off Test.	84
2— 6	人工雨による流下水深と浸食深 Depth of Run-off Water vs. Erosion Loss.	85
2— 7	積算流下水深と浸食深の関係 Relation of Mass Run-off Water Depth and Erosion Depth.	85
2— 8	被覆の効果を示す流下水と浸食の関係 Relation of Mass Run-off Water Depth and Erosion Depth, Showing the Effect of Covering.	86
2— 9	自然降雨と人工雨によるハゲ地区からの斜面浸食量の比較 A Comparison of Slope Soil Erosion Loss from Natural Rainfall and Simulated Rainfall on Bare Plot.	86
2—10 a, b	山腹凍土帯の等高線壕 Concrete Frost Layer with Contour Furrow on Hillside.	87

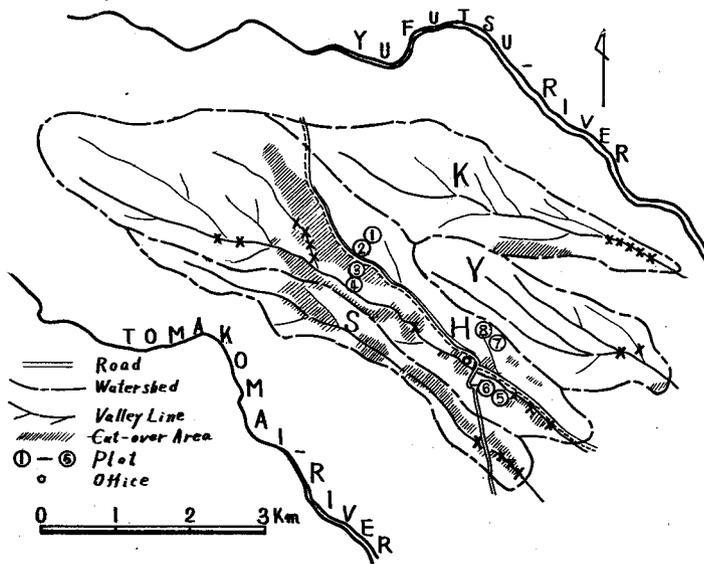


Fig. 2-1. Four Tributary Watersheds above Tomakomai River Basin, Hokkaido.

北海道苫小牧川の4支流域

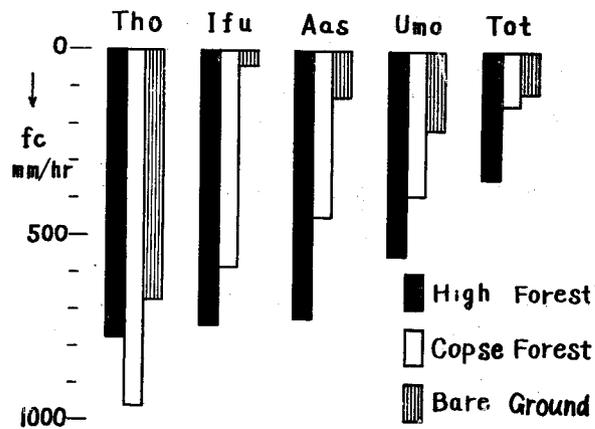


Fig. 2-2. Infiltration-rates of Mountain-side Slope in Five Source Basins of Hokkaido (in mm/hr).

北海道の5水源流域における山腹斜面の滲透レート

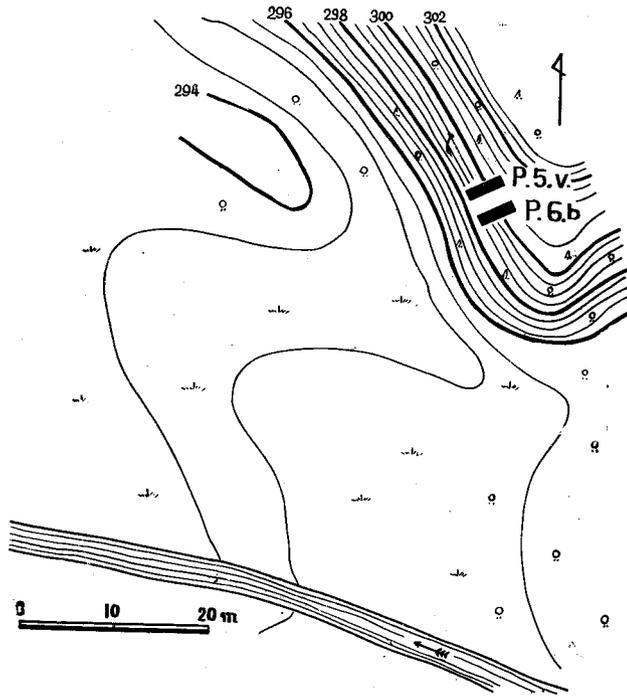


Fig. 2-3. Run-off Study Plots at Moshiri, Uryū River Basin.
雨竜川・モシリにおける流量試験区

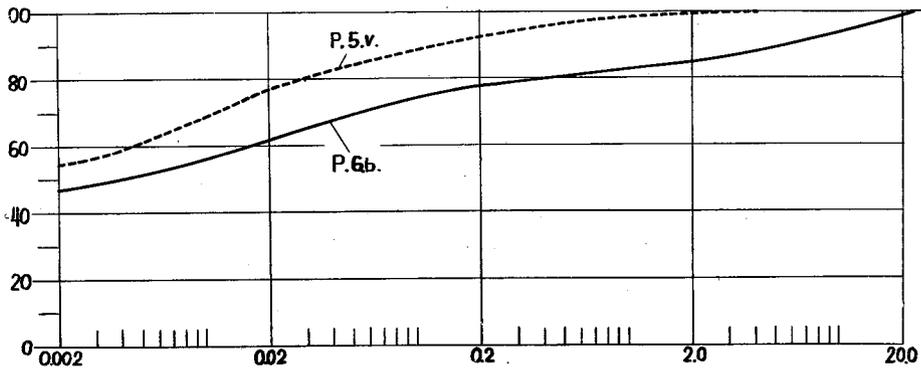


Fig. 2-4. Soil Grain-size Accumulation Curves
for Run-off Study Plots at Moshiri.
モシリ流量区の表土粒径分布曲線

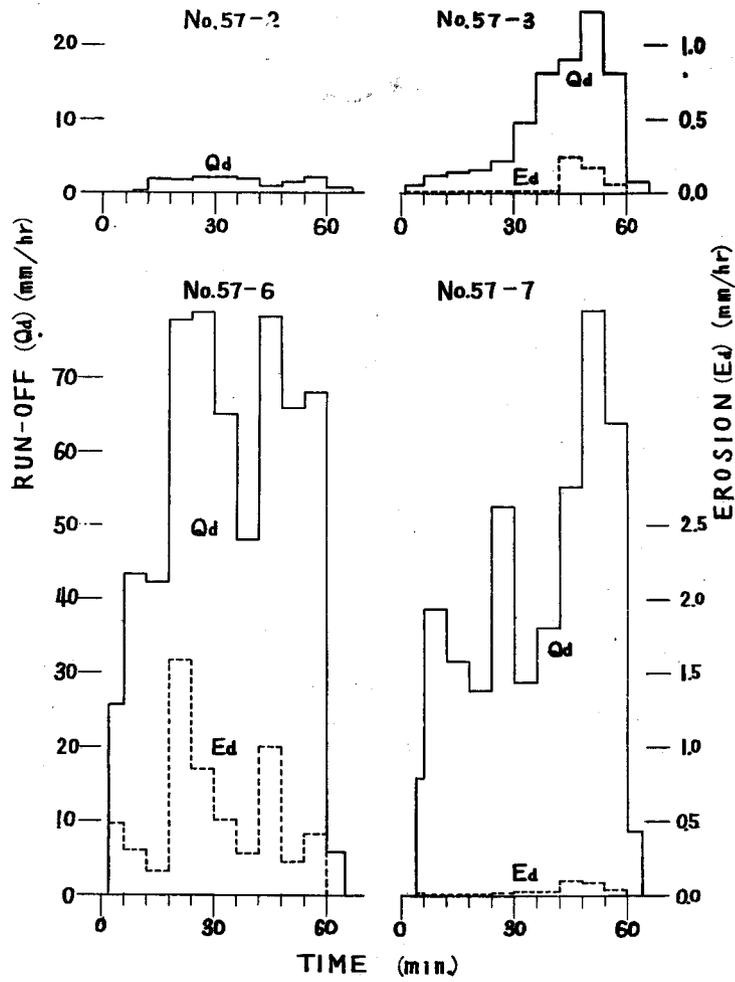


Fig. 2-5. Hydrographs for Run-off Test No. 57-2, 3, 6, 7.

流下量実験 No. 57-2, 3, 6, 7 のハイドログラフ

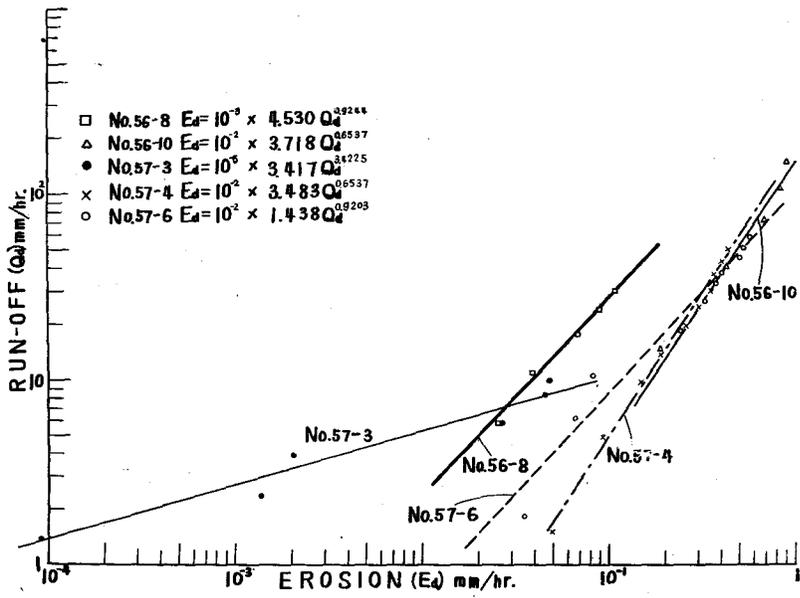


Fig. 2-6. Depth of Run-off Water vs. Erosion Loss
 流下水深と浸食深

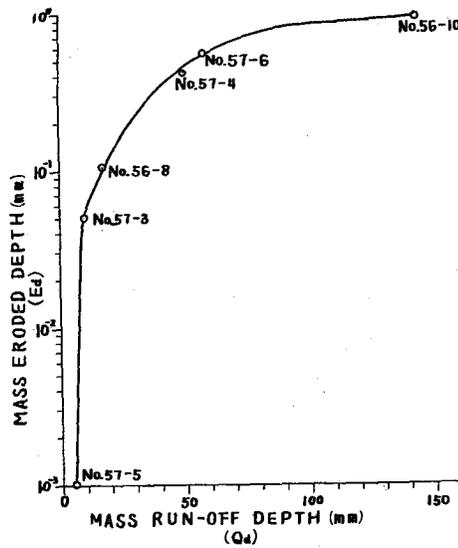


Fig. 2-7. Relation of Mass Runoff Water Depth and Erosion Depth.
 積算流下水深と浸食深との関係

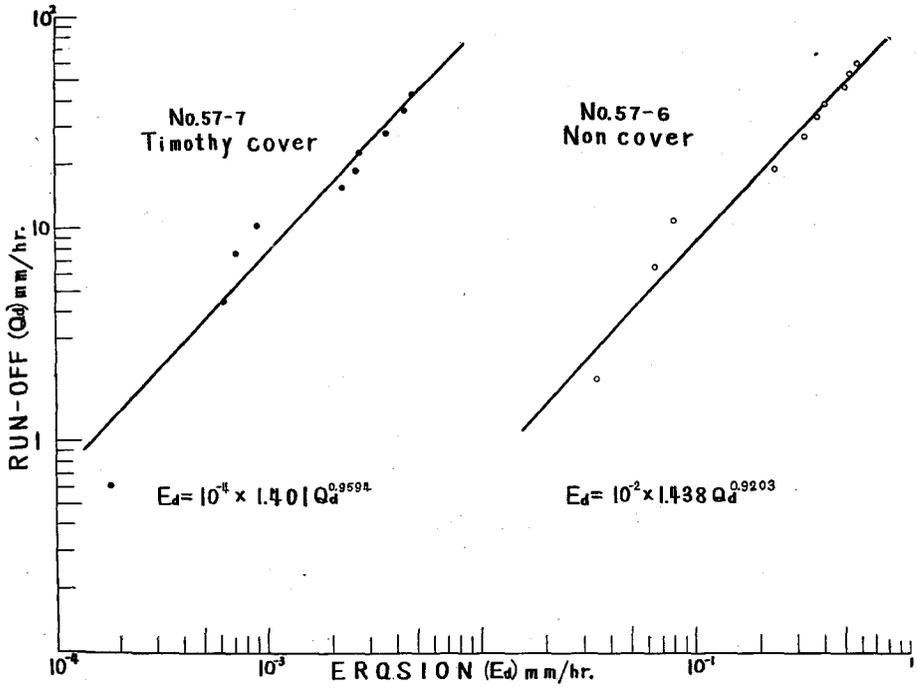


Fig. 2-8. Relation of Mass Run-off Depth and Erosion, Showing the Effect of Covering.

被覆の効果を示す流下水と浸食の関係

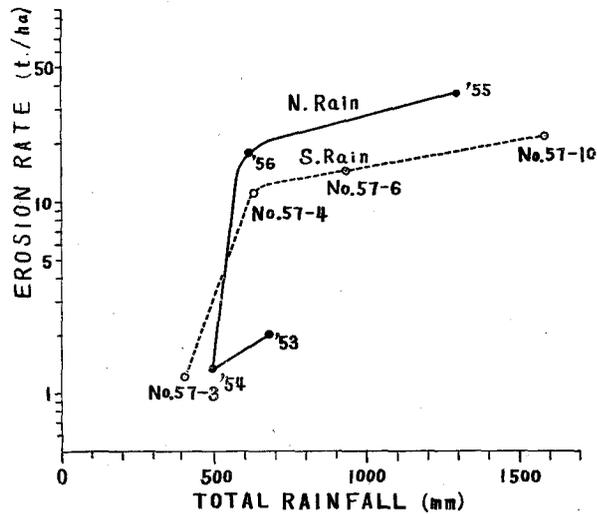


Fig 2-9. A Comparison of Slope Soil Erosion Loss from Natural Rainfall and Simulated Rainfall on Bare Plot at Moshiri.

自然降雨と人工雨によるハゲ地区からの斜面浸食量の比較

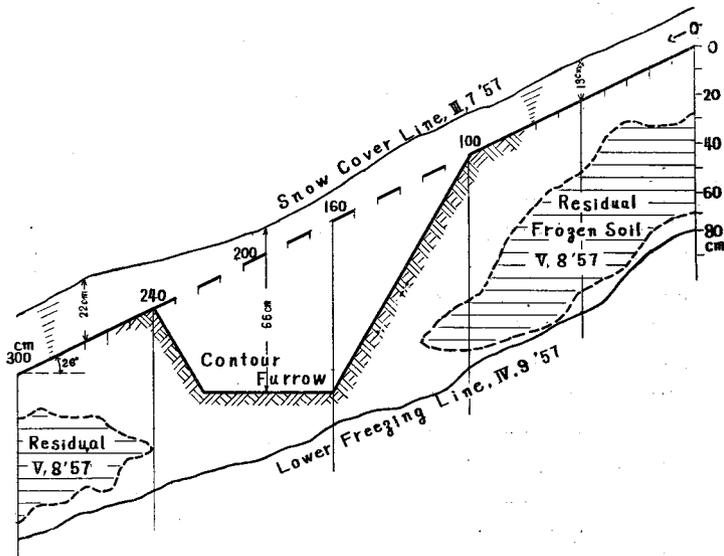


Fig. 2-10 a. Concrete Frost Layer in NE Facing Slope with Contour Furrow in Coppice Forest at Horonai.

ホロナイ・低林内・等高線塚のある NE 斜面の
コンクリート凍土層

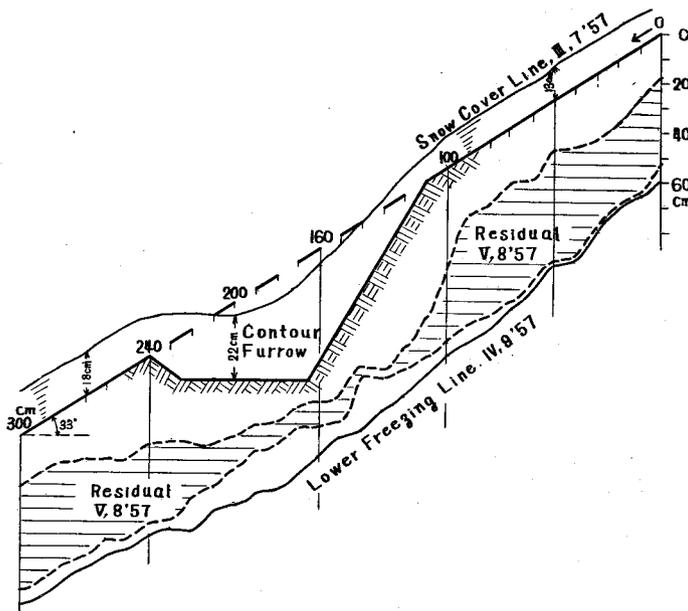


Fig. 2-10 b. Ditto, in Artificial High Forest at Horonai.

同上の人工高林内

写 真 (Plates)

- 2-1 山腹斜面の滲透試験地 (苫小牧川・ホロナイ)
Infiltration Test Plots on Mountain Slope at Horonai, Tomakomai River Basin.
- 2-2 山腹斜面の滲透試験地 (雨竜川・モシリウンナイ)
Ditto, at Moshiriunnai, Uryū River Basin.
- 2-3 山腹斜面の滲透試験地 (天塩川・オトイネップ川)
Ditto, at Otoineppu, Teshio River Basin.
- 2-4 a, b 山腹斜面の滲透試験地 (石狩川・古川)
Ditto, at Furukawa, Ishikari River Basin.
- 2-5 a, b 山腹斜面の滲透試験地 (檜山・天の川・アツシナイ)
Ditto, at Asshinai, Amanokawa River Basin, Hiyama.
- 2-6 モシリにおける流下量実験区
Run-off Study Plots at Moshiri.
- 2-7 流下量区の滲透試験
Infiltrometer Tests on Run-off Study Plot.
- 2-8 流下量区の実験設備
Equipments for Experiment on Run-off Study Plot.
- 2-9~12 人工雨実験
Run-off Experiments with Simulated Rainfall.
- 2-13, 14 人工雨による斜面のリル浸食
Development of the Rill Erosion from the Run-off by Simulated Rainfall.
- 2-15 ハゲ地区の牧草被覆
Bare Study Plot, Covered with Timothy Grass.
- 2-16 ハゲ地の浸食舗道と植生被覆の遮断
Erosion Pavement on Bare Ground and Interception of Vegetal Cover.
- 2-17 オトイネップ斜面浸食試験地の人工雨
Simulated Rainfall on Slope Soil Erosion Plot at Otoineppu.
- 2-18 粘質土斜面の層状浸食と礫質土斜面のリル浸食
Sheet Erosion on Clayey Soil Slope and Rill Erosion on Sandy Soil Slope.
- 2-19 ホロナイ低林内の等高線塚のある凍結試験地
Frost Study Plot with Contour Furrow in Coppice Forest at Horonai.
- 2-20 ホロナイ高林内の同上
Ditto, in High Forest at Horonai.
- 2-21 低林内の等高線塚附近のコンクリート凍土層
Residual Concrete Frost Layer near the Contour Furrow in the Coppice Forest.

Plate 2-1



I) Infiltration test plot No. 1 on SW slope in natural broad-leaved high forest at Horonai, Tomakomai River Basin, ($f_c=488$ mm/hr).

苫小牧川流域ホロナイの自然生広葉樹林内の南西斜面における No. 1 滲透試験区



II) Ditto, No. 2 in cut-over area, ($f_c=500$ mm/hr).

同左, 伐跡地の No. 2



III) Ditto, No. 4 on NE slope in coppice forest, ($f_c=233$ mm/hr).

同上, 低林内の北東斜面における No. 4

Plate 2-2



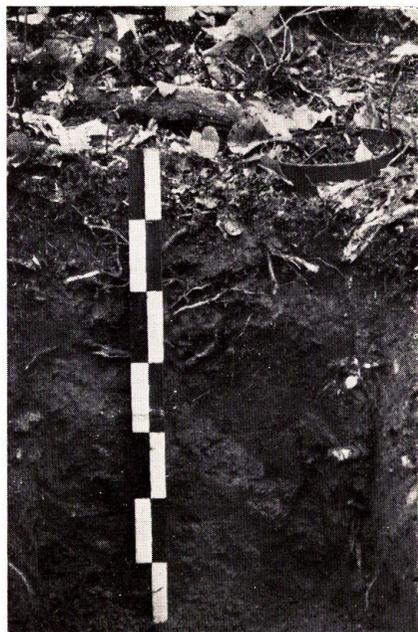
I) Infiltration test plot No. 5 on SW slope in mixed high forest at Moshiri, ($f_e=789$ mm/hr).

モシリ混交高林, 南西斜面における No. 5 滲透試験区



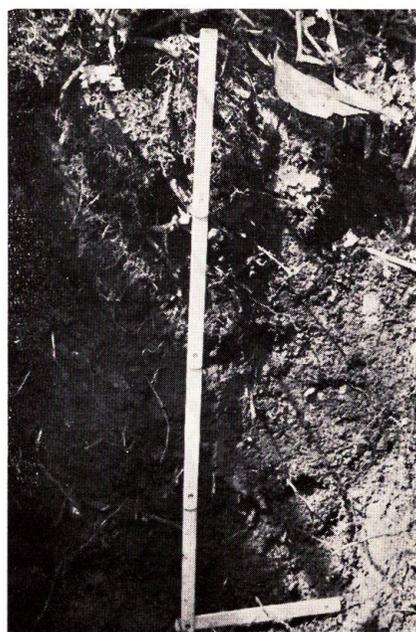
III) Ditto, No. 2 on NW slope in coppice forest, ($f_e=281$ mm/hr).

同左, 低林内の北西斜面 No. 2



II) Ditto, soil profile.

同上の土壤断面



IV) Ditto, soil profile.

同上の土壤断面

Plate 2-3



I) Infiltration test plot No. 9 on NW slope in mixed high forest at Otoineppu, Teshio River Basin, ($f_c = 220$ mm/hr).

天塩川流域オトイネップの混交高林内の北西斜面における No. 9 滲透試験区



II) Ditto, soil profile.
同左の土壤断面



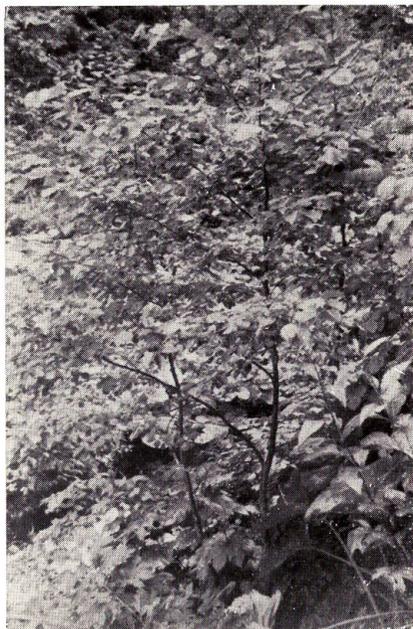
III) Ditto, No. 7 on SE slope in coppice forest, ($f_c = 154$ mm/hr).

同上低林内の南東斜面の No. 7



IV) Ditto, soil profile.
同左の土壤断面

Plate 2-4 a



I) Infiltration test plot No. 6 on NW slope in natural broad-leaved forest at Furukawa, Ishikari River Basin, ($f_c=630$ mm/hr).

石狩川流域古川の自然生広葉樹林の北西斜面における滲透試験区 No. 6



II) Ditto, forest floor.
同左の林床



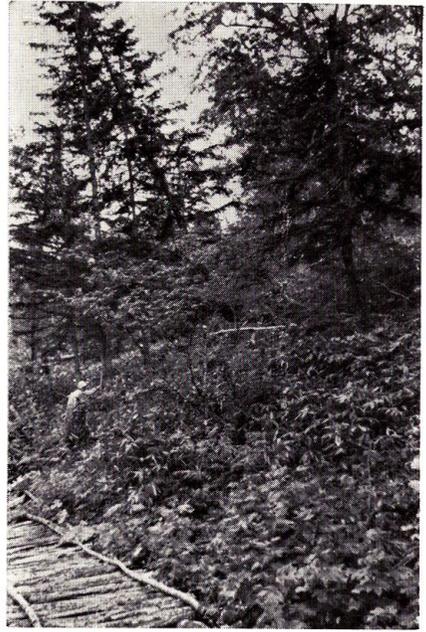
III) Ditto, soil profile.
同上の土壤断面

Plate 2-4 b



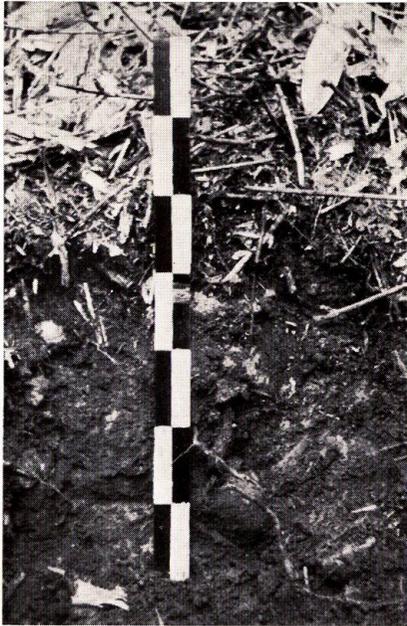
I) Infiltration test plot No. 9 on SW slope in coppice forest at Furukawa, Ishikari River Basin, ($f_c=754$ mm/hr).

石狩川流域古川の低林南西斜面における No. 9 滲透試験区



III) Ditto, No. 10 on NE slope in coppice forest, ($f_c=415$ mm/hr).

同左低林内の北東斜面における No. 10



II) Ditto, soil profile.

同上の土壤断面



IV) Ditto, soil profile.

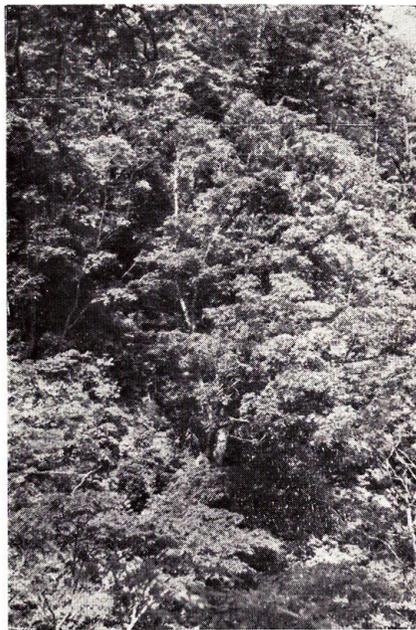
同上の土壤断面

Plate 2-5 a



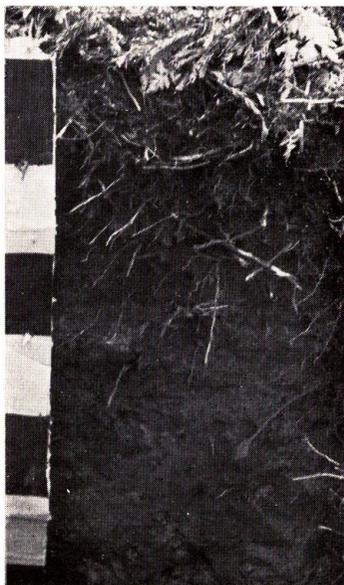
I) Infiltration test plot No. 6 on NW slope in artificial high forest (*Cryptomeria japonica* D. Don.) at Asshinai, Amanokawa River Basin, ($f_c=236$ mm/hr).

天の川流域アツシナイの人工高林(スギ)内の北西斜面における No. 6 滲透試験区

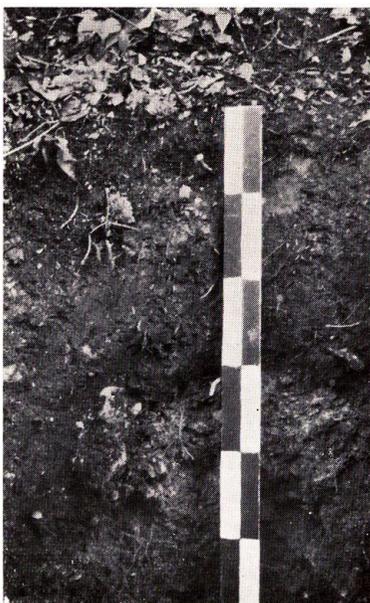


III) Ditto, No. 1 on SW slope in natural beech high forest, (*Fagus crenata* BLUME), ($f_c=330$ mm/hr).

同左自然生ブナ高林内の No. 1



II) Ditto, soil profile.
同上の土壤断面



IV) Ditto, soil profile.
同上の土壤断面

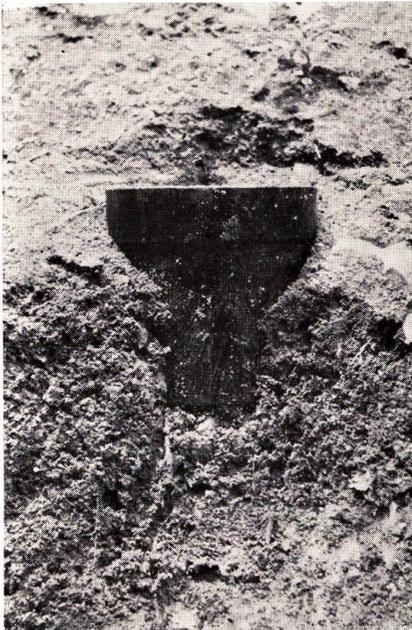
Plate 2-5 b



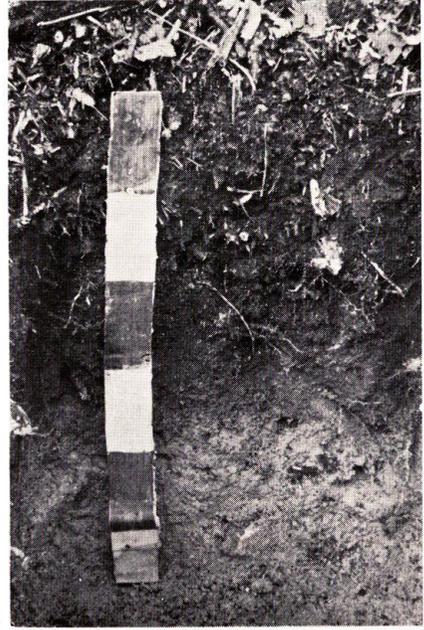
I) Infiltration test plot No. 4 on SE failure slope at Asshinai, Amano-kawa River Basin, ($f_c = 224 \text{ mm/hr}$).
天の川流域アツシナイにおける南東面崩壊地の No. 4 滲透試験区



III) Ditto, No. 14 on SW slope in coppice forest, ($f_c = 370 \text{ mm/hr}$).
同左低林内南西斜面の No. 14



II) Ditto, soil profile.
同上の土壤断面



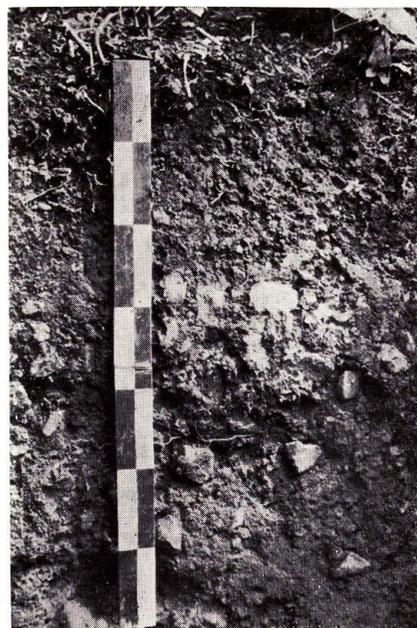
IV) Ditto, soil profile.
同上の土壤断面

Plate 2-6



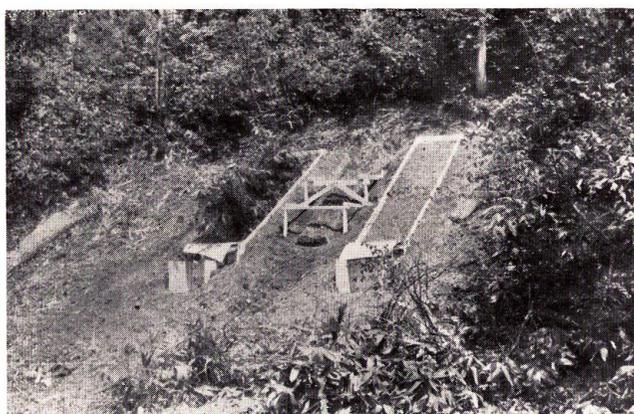
I) Natural mixed high forest at Moshiri, Uryū River Basin.

雨竜川流域モシリにおける自然生混交高林



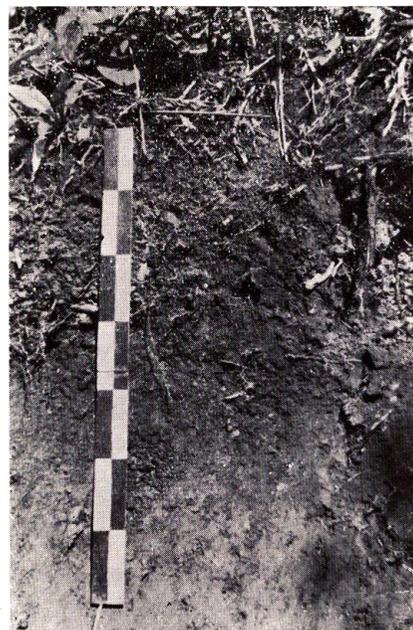
III) Ditto, soil profile of run-off plot No. 5 v.

同左 No. 5 v. 流下量区の土壤断面



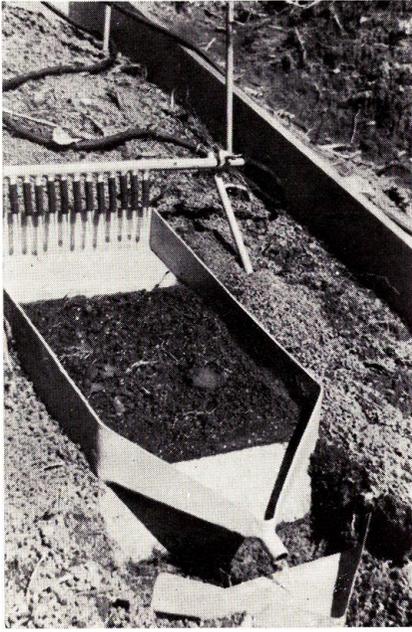
II) Ditto, run-off study plot, No. 5 v and 6 b.

同上流下量区 No. 5 v と 6 b



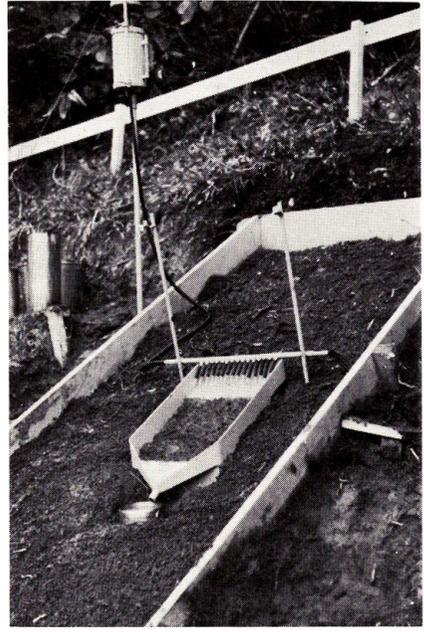
IV) Ditto, No. 6 b.

同左 No. 6 b の土壤断面



I) Mountain Slope Infiltrometer test on bare plot No. 6 b at Moshiri.

モシリ No. 6 b ハゲ地区における山地斜面滲透計試験



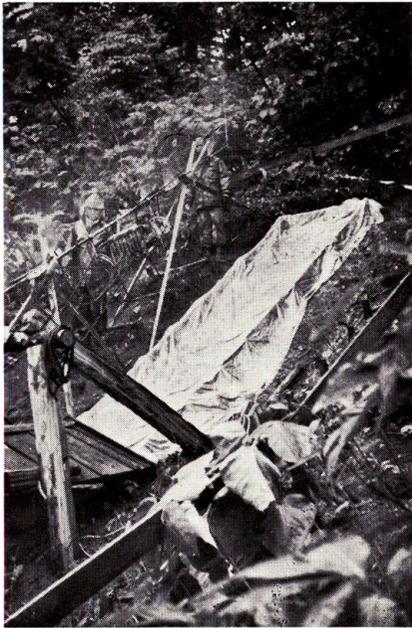
II) Ditto.

同 左

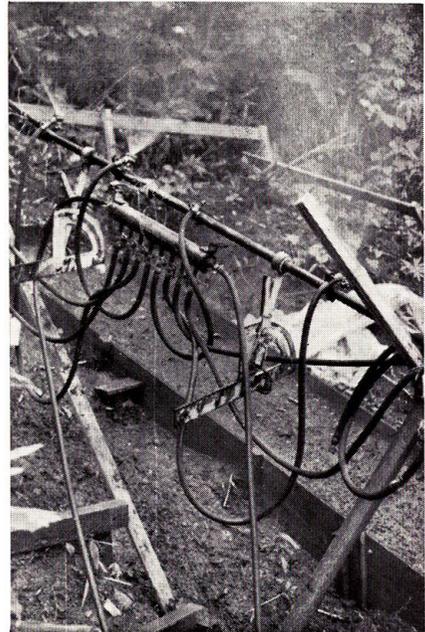


III) Musgrave's Infiltrometer test on bare plot No. 6 b at Moshiri.

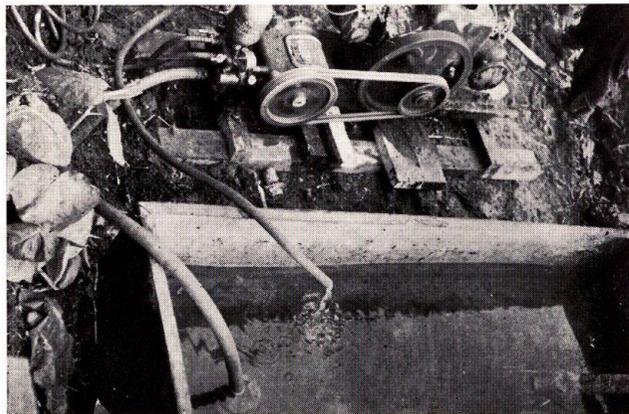
モシリ No. 6 b ハゲ地区におけるマスグレーブ滲透計試験



I) Flow test of simulated rainfall on bare plot with chemical cloth cover at Moshiri.
モシリのハゲ地区における人工雨の流下量試験



II) Ditto, sprinkling head.
同左の撒水頭



III) Ditto, sprinkling motor with water tank, (capacity: 0.753 m^3).
同上の水槽と撒水動力 (容水量: 0.753 m^3)

Plate 2-9

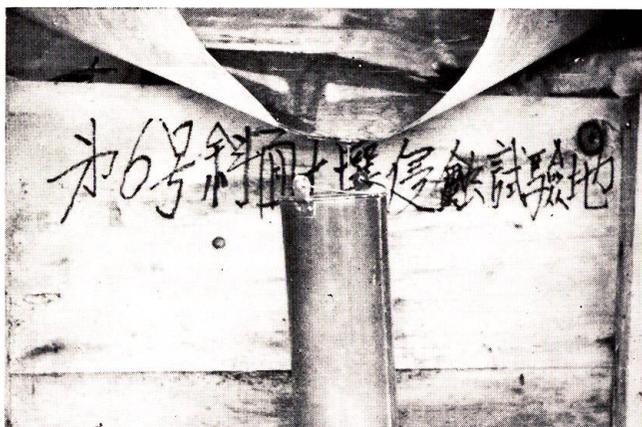
- I) No. 57-2 test of simulated rainfall .99mm per hour, on plot No. 6 b.
No. 6 b 区の 99 mm/hr の人工雨テスト No. 57-2



- II) Ditto, 60 minuts after beginning of rasinfall.
同上開始後 60 分



- III) Ditto. run-off water after 48 minuts.
同上の開始後 48 分の流下水





- I) No. 57-3 test of simulated rainfall, 204 mm/hr, on plot No. 6 b, showing after 5 minutes from beginning.

テスト No. 57-3 の
204 mm/hr 人工雨
の開始後5分 No. 6 b



- II) Ditto, 10 minutes after beginning, showing small soil dam of rill head.

同上開始の10分後、
リル浸食頭部の小土
ダム



- III) Ditto, 15 minutes after beginning, showing flow down of soil dam at the head of rill.

同上開始の15分後、
リル先端の土ダム流
下

Plate 2-11

- I) No. 57-3 test of simulated rainfall, showing opening of the rill channel at the lower end on plot surface, 30 minutes after beginning of rainfall.

降雨開始後30分の区の下端まで開通したリル水路, テスト No. 57-3



- II) Ditto, the rill channel after one hour rainfall.

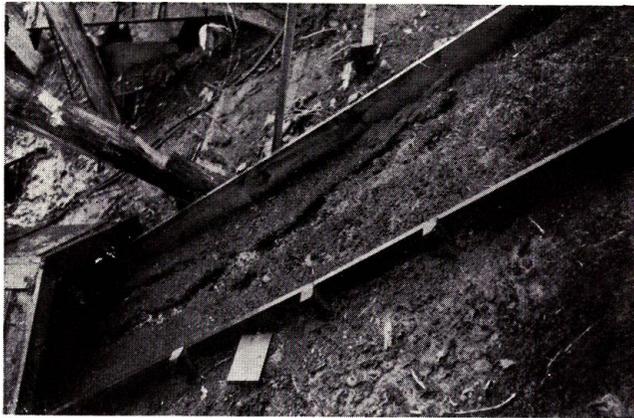
同上1時間後のリル水路



- III) Ditto, showing total elongation of rill (1.25 m) after one hour rainfall

同上1時後のリル全長 (1 m 25)





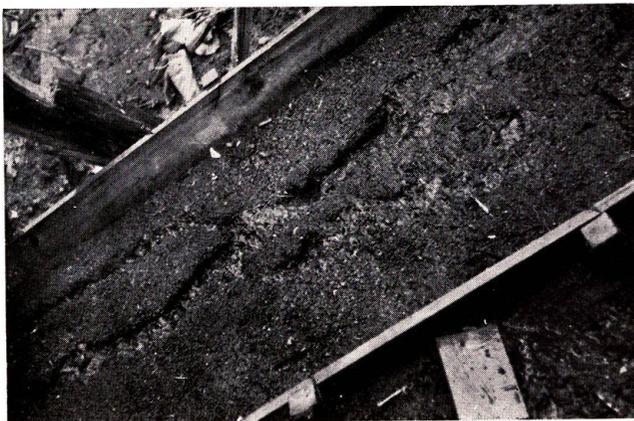
I) No. 57-6 test of simulated rainfall with 200 mm per hour, showing rill erosion after 6 minutes from beginning of rainfall.

人工雨 No. 57-6 の 200 mm/hr の降雨開始分6後のリル浸食



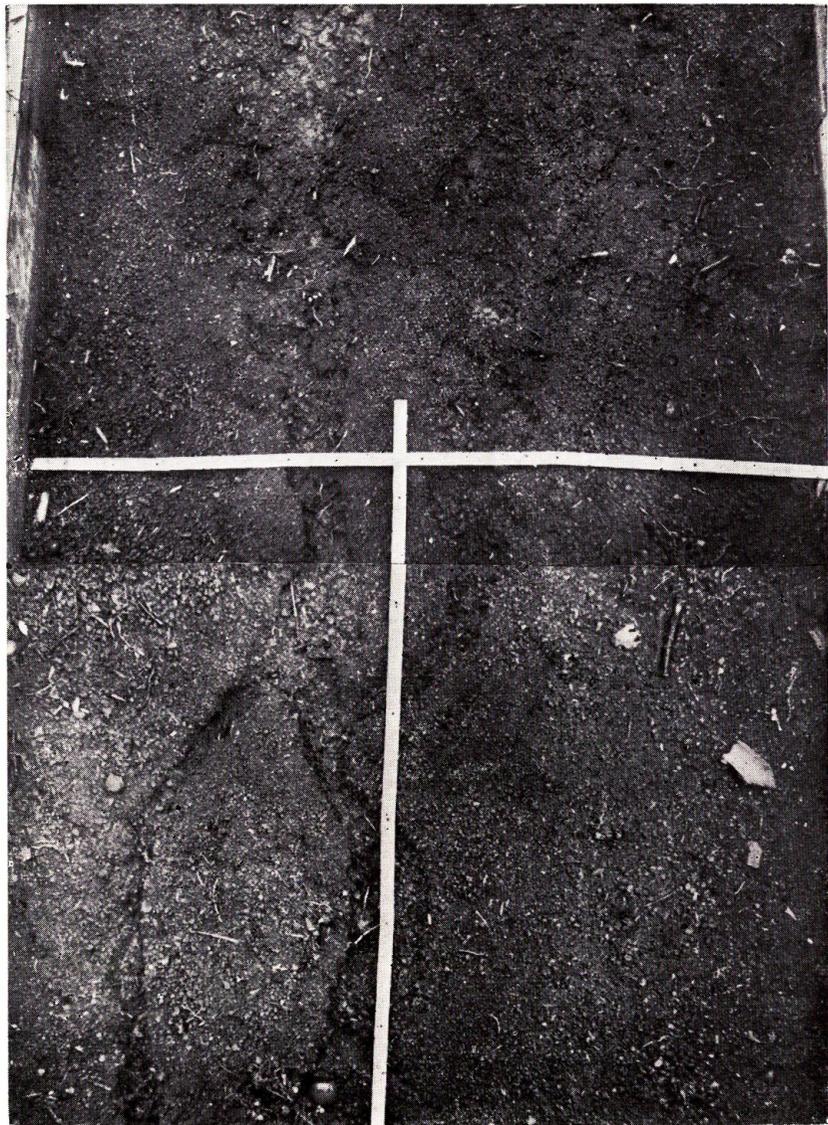
II) Ditto, development of rill erosion after 36 minutes from beginning of rainfall.

同上降雨開始の36分後のリル浸食の発達



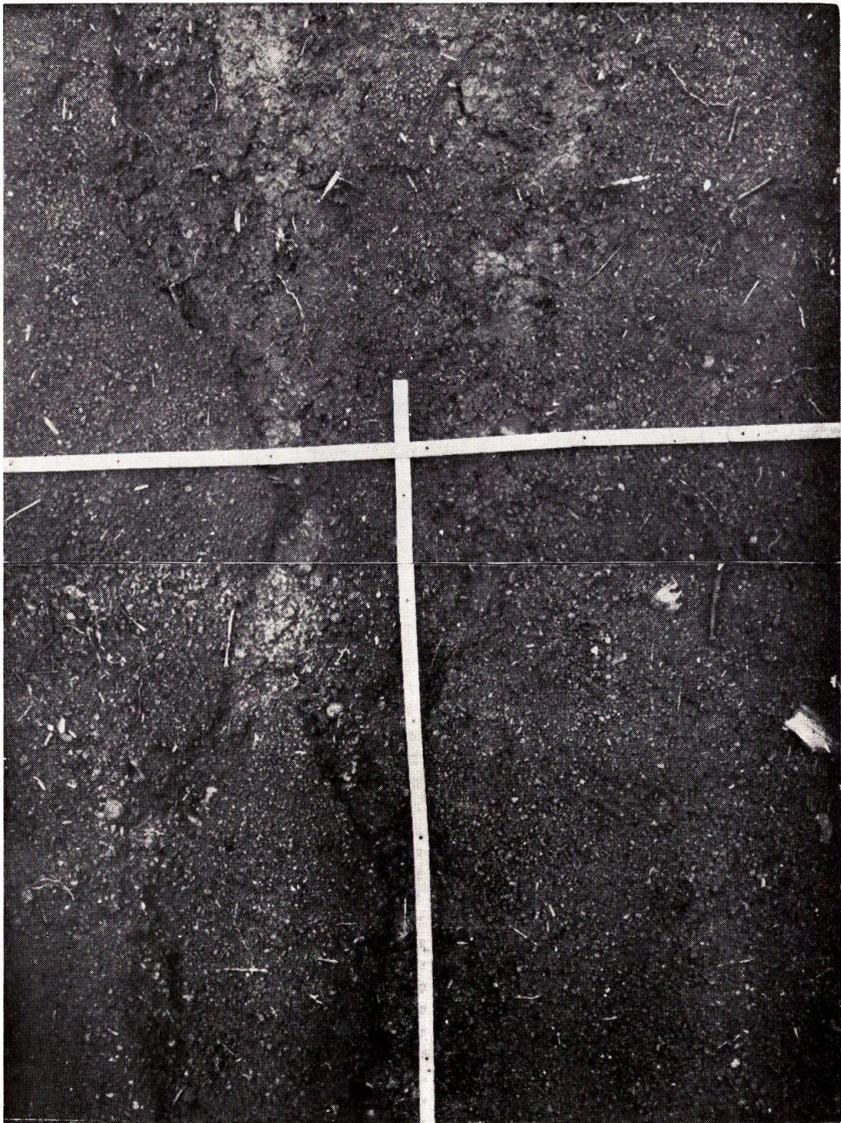
III) Ditto, after one hour falling.

同上1時間後



Development of the rill erosion after the end of test No. 57-5,
(Total Amount = 735 mm/day), June, 19, 1957.

テスト No. 57-5 (総降雨量 = 735 mm/日) のあとのリル
浸食の発達 VI, 19, 1957.



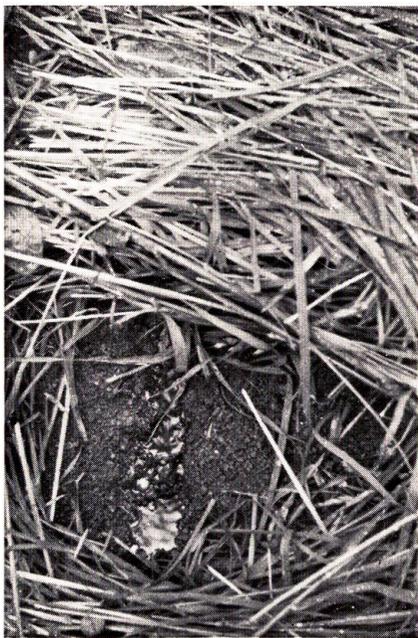
Development of rill erosion and erosion pavement after the
end of test No. 57-6 with the intensity of
200 mm per hour, June, 20, 1957.

200 mm/hr のテスト No. 57-6 の降雨後のリル浸食と
浸食舗道の発達 VI, 20, 1957.



I) Test, No. 57-7, of simulated rainfall with intensity of 189 mm per hour on No. 6 b covered with Timothy grass (10 cm depth).

人工雨テスト No. 57-7, テモシー牧草でおわれた No. 6 b の189 mm/hr降雨



II) Ditto, showing the rill channel under the covered grass.

同上の牧草下のリル流路



III) Ditto, surface retention of raindrops on Timothy grass.

同上テモシー牧草上の雨滴の保留



- I) Test, No. 56-10, showing the erosion pavement after the end of rainfall with intensity of 416 mm/hr.

テスト No. 56-10, No. 6 b 区の 416 mm/hr の降雨後の浸食舗道



- II) Test, No. 56-9, simulated rainfall with intensity of 416 mm/hr on plot No. 5 v.

テスト No. 56-9, No. 5 v 区の 416 mm/hr の人工雨



- III) Ditto, No. 57-8, with intensity of 198 mm/hr. 同上 No. 57-8, 198mm/hr の人工雨



I) Simulated rainfall by fire pump with spray gun on study plot No. 8 v at Otoineppu, Teshio River Basin, July, 18, 1956.

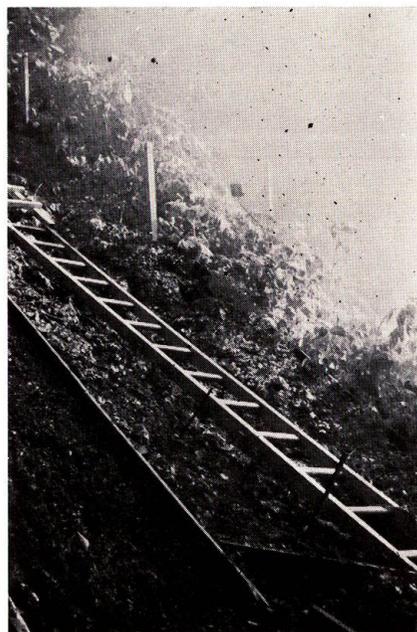
天塩川流域のオトイネップ No. 8 v 試験区における撒水頭をつけた消火ポンプによる人工雨



II) Ditto, on study plot No. 8 v.
同左の No. 8 v.



III) Ditto, surface flow on study plot No. 7 b.
同上の No. 7 b における地表流

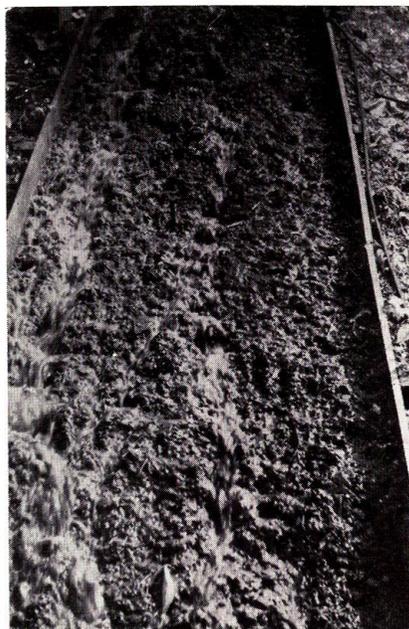


IV) Ditto, on study plot No. 8 v.
同 上



I) Surface flow by Simulated rain fall with intensity of 668 mm/hr on study plot No. 3 b at Otoineppu.

オトイネツプ No. 3 b 試験区の 668 mm/hr の人工雨による地表流



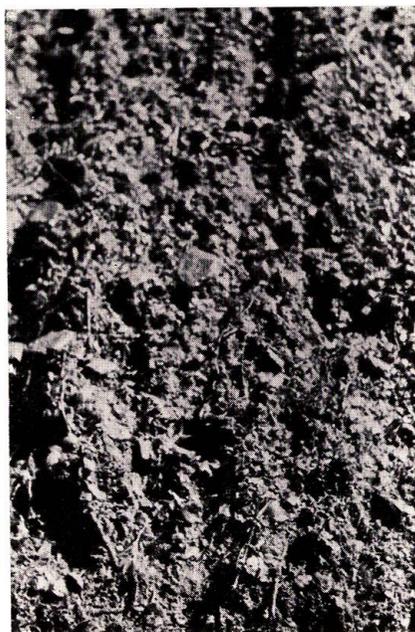
III) Surface flow by simulated rainfall with intensity of 798 mm/hr on study plot No. 7 b at Otoineppu.

オトイネツプ No. 7 b 試験区の 798 mm/hr の人工雨による地表流



II) Ditto, showing sheet erosion on clayey soil slope after one hour falling

同上, 1時間降雨後の層状浸食



IV) Ditto, showing rill erosion on gravelly soil slope after one hour falling.

同上, 1時間降雨後のリル浸食

Plale 2-19



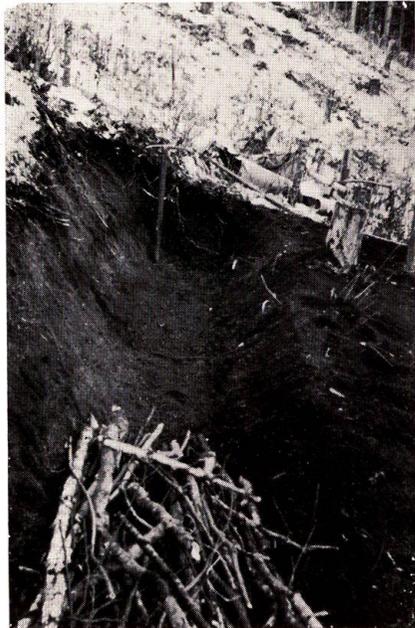
I) Frost study plot near No. 5 in coppice forest at Horonai in December, 1, 1956.

ホロナイ低林内 No. 5 区に近い凍結試験区, XII, 1, 1956.



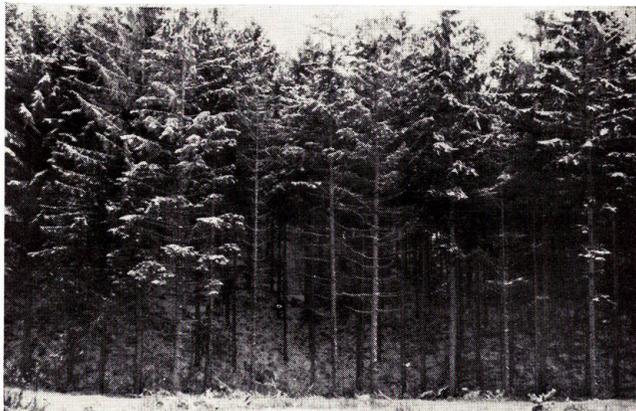
II) Ditto, Contour furrow on NE slope, (gradient: 49%).

同上北東斜面(傾斜: 49%)の等高線塚



III) Ditto.

同上



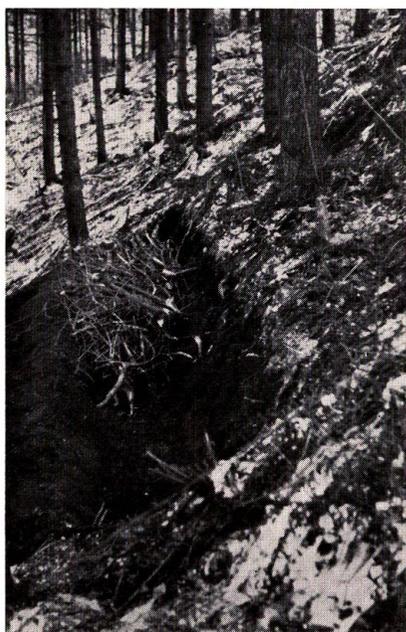
I) Frost study plot near No. 6 in needle-leaved high forest at Horonai in December, 1, 1956.

ホロナイにおける針葉樹高林内の No. 6 区に近い凍結試験区 XII, 1, 1956.



II) Ditto, contour furrow on NE slope, (gradient: 64%).

同上北東斜面(傾斜: 64%)の等高線壕



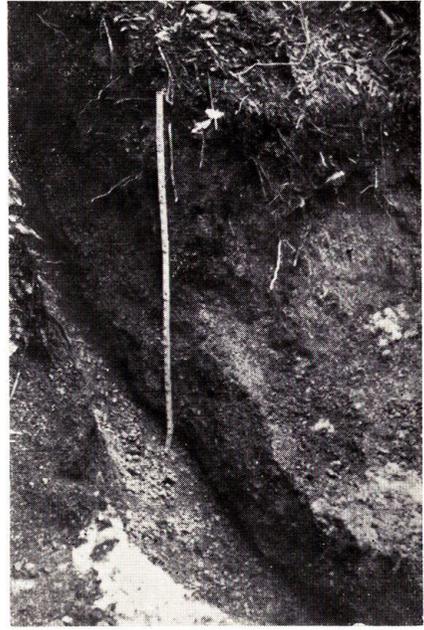
III) Ditto.

同上



I) Residual concrete frost at the top end of longitudinal profile across the contour furrow, in coppice forest, April 9, 1957. (Frost depth: 60 cm)

4月9日の等高線壕を横ぎる縦断面の上端におけるコンクリート凍土の残存状態(凍土深=60 cm) IV, 9, 1957.



II) Ditto, the top of upper slope on contour furrow. (Frost depth: 51 cm)

同上等高線壕の上部斜面端(凍土深=51 cm)



III) Ditto, residual concrete frost in the bottom of contour furrow. (Frost depth: 25~27 cm from soil surface)

同上等高線壕底の残存コンクリート凍土(地表から25~27 cm)

3. 斜面浸食に関する総括と結論

火山砂礫土地帯の流域で夏の局地性豪雨による谷道路面の集中洗掘がその流域因子について解析された (Fig. 2-1, Table 2-1, 2)。

この研究につづいて、北海道北部にある天塩川・雨竜川と南部の苫小牧川の支流域水源の山腹斜面に設けられた斜面浸食試験地の測定結果 (4~3年) が、斜面の表土の性質 (とくに滲透) 植生被覆・降雨と凍土層に関連して研究された (Plate 1-1~6, Fig. 1-1~21, Table 1-1~27)。

この表土の斜面浸蝕に関連して始められた表土の滲透試験については、北海道中部の石狩川と南部の天の川支流域が上の3支流域とともに研究の対照としてとり入れられた。(Plate 2-1~5, Fig. 2-2, Table 2-3, 4)。

なお斜面浸食に関連して降雨の流出機構をさらによく調べるために、人工雨による流下量区実験がモシリ粘質土地帯林地の山腹斜面で行われた (Plate 2-6~18, Fig. 2-3~9, Table 2-5~9)。

またトマコマイ火山砂礫土地帯の山腹では凍結と浸食の関係および凍土帯の存在による浸食を防止するための等高線壕の効果試験がこころみられた (Plate 2-19~21, Fig. 2-10)。

これらの試験と研究の結果はつぎのようにとりまとめられた。

3-1 地形と表土

トマコマイ火山砂礫土地帯の自然生落葉広葉樹林におおわれたホロナイ・ソバヤ・クマ・ヤマノカミ沢の4流域が、夏の局地性豪雨による洪水流でうけた谷道の集中洗掘を、それらの流域の特性について解析してみると (Fig. 2-1, Table 2-1, 2) 地形の因子と正相関、高林のヒフク面積率と負相関関係がみられた。

このような結合のゆるい見かけ比重のかかる表土の火山砂礫地が、植生でヒフクされないハゲ地であるときは、地表流によつて容易に掃流される。うえの4流域では伐採跡地の植生の自然再生が盛んであつて人工造林地もよく低林状態にヒフクが保たれていたため斜面の表土流出はほとんどみられないで、谷道の路面は表土の滲透レートがどの場所より最低であることから、その洗掘浸食はことさらに大きくなつたものとおもわれる。

この流域の中央主谷道の単位流域面積についての洗掘浸食レートは、流域の地形因子 (高度差と主谷長) による重回帰式 2. 1. 2 (p. 65) で、もつともよく (誤差: 0.5~3%) あらわされた。

ホロナイ・モシリとオトイネツの各斜面浸食試験地の各半年期・年間の斜面浸食量をみると、自然植生区の変化 (Table 1-13, Fig. 1-6, 7) はハゲ地区からみていちじるしく小

さい。ハゲ地区からの流出土砂はほぼ火山砂礫地のホロナイ：0.037 t/ha, 粘質土地のモシリ：16.309, 礫交り粘質土地のオトイノップ：9.187の平均年浸食レートを示した (Table 1-12)。

表土と流出土砂の粒度区分 (Fig. 1-11~13) をみると、共通した明らかな傾向はみられないが、自然植生区からは砂礫土のような大粒子が流出しやすく、ハゲ地区からは粘土・シルトのような小粒子がまず流出して大粒子があとにのこる傾向がほぼみうけられた。

オトイノップ斜面浸食試験地の南と北斜面について、表土に礫の多く含まれる北斜面では、降雨(人工雨を含んで)の強弱にかかわらず流下水量がすくなくて、表土層の浸食のよいことを示したが、豪雨による地表流下では斜面上にリル浸蝕がみられ、南面の礫のすくない粘質土斜面では、層状浸食しかみられなかつた。斜面からの流出土砂量は弱雨では表土の結合のつよい南面にすくなかつたが、豪雨になると浸食のよくない南面に浸食のよい北面より大きな浸食がみられた (Plate 2-18)。

3 斜面浸食試験地をとりまとめてハゲ地区と自然植生区の表土の浸食と平均年斜面浸食量との関係をしらべると、自然植生区では回帰直線式 1.5.1 (Fig. 1-14) で表わされ、ハゲ地区では指数式 1.5.2 (Fig. 1-15) で表わされた。したがって降雨によつて表土のうける分散と流出の影響をもつともよく標示するとみられる浸食レートをを用いて、その斜面表土の浸食量がほぼ (誤差：2~7%) 推定できる。

5 小流域の山腹の斜面浸食試験 (Table 2-3, 4, Plate 2-1~5) によると、高林・低林とハゲ地の最小浸食レートの範囲がほぼつかまれて、上の斜面浸食量と浸食レートとの関係を用いると、これらの最小浸食レートを表わす斜面局地に行われるマクロな年平均斜面浸食量が推定される (Fig. 1-14, 15)。

モシリ粘質土地における人工雨による斜面流下量区実験の結果 (Table 2-5~9, Plate 2-6~18) をみると、流下水量を左右する表土の浸食が自然植生区とハゲ地区で大きく異なることから、斜面浸食量にも大幅な差となつて表われている。このことから表土の性質の差異は植生のヒブクがある場合には、斜面浸食に影響する要因としてハゲ地にくらべてあまり大きな問題としないてよいことがわかる。

3-2 降雨と流出

斜面浸食試験地の降雨総量と雨天日数 (日量 10 mm 以上) は、ハゲ地区の夏秋期の斜面浸食量に大きな影響 (Table 1-21) を及ぼして各試験地ごとに夏秋期浸食を降雨総量と雨天日数による重回帰式 1.6.1~3 で表わすことができるが、この資料の範囲内ではオトイノップ試験地の重回帰式 1.6.3 のみの実験式 (誤差：0.021~0.013%) として有用である。

モシリにおける人工雨による流下量区実験によると、100 mm/hr 以下の降雨 1 時間連続によつてハゲ地区では表土の分解飛散がみられるのみで、流出土砂は全くみられないが、200 mm/hr 以上の降雨を 1 時間つづけるとまず表土にアバタ浸食を生じ、それがリルに発展するものもある。このような強度の降雨の連続によつて、斜面上の流下水深はしだいに大きくなるが、斜面に浸食舗道 (Erosion pavement) ができるようになると、流出土砂量はほぼ平衡の状態に達して、流下水深の増大にともなう浸食深の増大傾向は低下してくる (Fig. 2-5~7, Table 2-7)。

この流下水深と浸食深の関係は、指数実験式 2.4.1 で表わされ、降雨 1 時間連続後の積算の流下水深と浸食深の関係は Fig. 2-7 にみるように、浸食の進行にともなつて、降雨強度がほぼ一定であるときは平衡状態に達することがみられる。

オトイネツプ斜面浸食試験地における人工豪雨によると、粘質土の南斜面では層状浸食、北斜面の礫交り粘質土ではリル浸食がみられたが、表土の滲透レートの低い南斜面では、北斜面よりはるかに大きい浸食がみられた (Plate 2-18)。

またモシリの自然降雨と人工雨の降雨総量についてハゲ地区からの浸食量を対照 (Table 2-9, Fig. 2-9) してみると 600 mm 以上で平行する傾向がみられ、自然降雨による雨滴浸食はこの人工雨によるものよりはるかに大きいから、表土の分散・滲透レートの低下と流下水量の増大による地面浸食の進行もこの人工雨の結果よりはげしく進むが、このような粘質土斜面の場合は総降雨量がある限界 (たとえば 600 mm) 以上では自然降雨と人工雨による斜面浸食量はともに増大の傾向が小さくなることがうかがわれる。

3-3 積雪の被覆効果

ホロナイ試験地では、冬のコンクリート凍土層が 40~59 cm に達することが観測 (表 1-24) されているが、この毎冬の凍土深は、積雪深 (53~79 cm)、平均最低気温積算値 (XI~III 月: $-44.0 \sim -52.6^\circ$) と 1951~54 の 3 冬ではほぼ相関する関係 (Fig. 1-16) がうかがわれる。しかし、凍土深をより精密に推定するには、積雪の密度・地上植生型と林床構造・土壌層と斜面の向きなどが気温と地温との間の熱の出入に關係して考えられなければならないだろう。

モシリとオトイネツプ試験地では積雪 (最深 180~250 cm) が深いので、冬の低気温 (月平均最低 $-15^\circ \sim -35^\circ\text{C}$) にもかかわらず、積雪下の地表温度はほぼ 0°C 前後に保たれていて、凍結表土はごくまれにしかみられない (Table 1-25)。このことは真冬でも表土からの浸透 (Table 1-26) が行われていること示していて、積雪層の熱伝導率が氷や凍土より小さく空気にむしろ近い値を示していることから、地温保護作用の結果によるものと考えられ、表土の浸食に対する有利な抵抗条件といえるだろう。

ホロナイ試験地では毎冬のようにコンクリート凍土層が形成されるが、この最大凍土深はハゲ地区ではその斜面浸食量 (Fig. 1-20, Table 1-27) との間に関係式 1.10.1, 2 が導かれた。しかし自然植生区では植生ヒフクによつてつくられているゆるやかな地表のマイクロリマによつて、凍土深と斜面浸食量の間にはハゲ地区のような関係がみられないものとおもわれる。

ホロナイ試験地で積雪層の地温保護作用を利用して凍土深を浅くするために、高林と低林内の北東斜面に等高線壕 (Plate 2-19~21, Fig. 2-10) を設けてみた。その結果をみると高林内ではあまり大きな効果はみとめられなかつたが、低林内では等高線壕底の凍結深が浅く経過して、消雪季には壕の上下斜面よりさきに凍土層が融解してしまつたので、雪どけやその前後の降雨による上の斜面からの地表流がこの等高線壕で保留され底から滲透することによつて、雪どけ地表流による解凍季の斜面浸食を小さくする効果があるとおもわれる。

3-4 植生の被覆効果

ホロナイ・モシリとオトイネツの各斜面浸食試験地からの斜面浸食量は、年平均では植生区 (低林~高林) から $37\sim 208\text{ g}/10\text{ m}^2$ ($\approx\text{kg}/\text{ha}$)、ハゲ地区からは $321\sim 16309\text{ g}/10\text{ m}^2$ であつて、ハゲ地区の各試験地による変動は自然植生区にくらべていちじるしく大きい (Fig. 1-7, Table 1-13)。

またホロナイのハゲ地区の流出土砂量と洗掘深をみると、ともに低林より高林が表土の浸食抵抗を大きくする環況条件を与えていることを示している (Table 1-12・14, Fig. 1-8)。

各斜面浸食試験地の斜面浸食量を各半年期と各年の変動 (Table 1-13, Fig. 1-6, 7) からみても、ハゲ地区では自然植生区よりもはるかに大きい変化の幅をみせている。

また3斜面浸食試験地のあとの3年間の全量について各地の浸食量を自然植生区とハゲ地区の千分率にしてみると、ホロナイ (001:012)、モシリ (002:681)、オトイネツ (007:297) のように、各試験地のハゲ地区の浸食量の間にはいちじるしい差異がみられ、植生ヒフク効果が土性の差を大きく上廻つて示されていることがみとめられる (Table 1-12)。

表土と流出土砂の粒径区分 (Fig. 1-11~13) をみると、自然植生区からは表土に含まれる大粒子 (砂と礫) のみが多く流出していて、小粒子 (シルトと粘土) は植生ヒフクによつて保留されていることがほぼみとめられる (Plate 1-5)。

各試験地についてまとめた平均年浸食量と表土の最小滲透レートとの関係 (Table 1-20, Fig. 1-14, 15) をみると、自然植生区では直線式 1.5.1、ハゲ地区では指数式 1.5.2 で表わされ、この2式をくらべてみると、植生ヒフクが斜面浸食に対する表土の性質その

他の環況条件による影響を大きく緩和していて、表土の浸食抵抗をいちじるしく増大していることが明らかになる。

ホロナイ試験地のコンクリート凍土深 (Table 1-23, Fig. 1-17) は広葉樹高林より同低林内で大きく、その最大凍土深はハゲ地区でのみ斜面浸食量との関係 (式 1.10.1) を示していて、自然植生区ではこの関係がみられない (Table 1-27)。このことも植生ヒフクが表土の凍結と解凍を緩和することによつてハゲ地区にみられるような凍上や不透水凍土層によつておこる浸食されやすい条件をゆるめているといえるだろう。

5流域の山腹における滲透試験 (Table 2-4, Fig. 2-2) をみると、高林と低林地にくらべてハゲ地の滲透レートはいちじるしく小さく、このことはハゲ地では植生地と同じ程度の降雨によつて大きい地表流下量が斜面浸食作用を行うことを意味している。雨滴浸食に対する表土の植生ヒフクの効果が大きいことを考えあわせると、ハゲ地区の斜面浸食は滲透レートの差をはるかに上廻つて大きくなることが考えられ、このことはさきあげた平均年斜面浸食量と滲透レートの関係 (式 1.5.1, 2) によく表われている。

人工雨による斜面流下量区の実験 (Table 2-6) によると、上にのべた滲透と斜面浸食に關係する植生ヒフクの効果はなお一層はつきりしてくる。ハゲ地区の人工雨テスト 57-6, 7 (Fig.2-5) では牧草稈ヒフクによつて流出土砂量が 99% 減少し、200 mm/hr 以上の降雨によつて植生区のテスト 57-8, 9, 10 では流下水率は 0.12~0.19% にすぎず全く土砂の流出がみられなかつたのに対して、ハゲ地区のテスト 57-3~5 (Plate 2-10~13) ではいちじるしいリル浸食がみられた。また各地の斜面浸食試験地の夏秋期斜面浸食量が植生区では総降雨量と雨天日数にあまり大きい影響をうけていないのにハゲ地区では式 1.6.1~3, (Table 1-21) のように大きな影響がみられた。

あ と が き

この研究は、夏の豪雨による浸食と流域の關係を解析したことから始められ、斜面浸食試験地と山腹の滲透試験、人工雨流下量区実験と積雪・凍土などの観測が進められているが、ここで一まずまとめてみることにした。これらの斜面浸食試験地のハゲ地区には砂防工を行つたので、昭和 35 年春でこの砂防工の効果がみられる予定であり、滲透試験と人工雨流下量区実験は今後も室内モデル実験と平行して水源流域山地に試験を進めるように考えている。なお、流域開発にともなう斜面浸食と崩壊などによつて山腹で生産された流出土砂は、溪流の浸食土砂とともにやがて下流に運ばれて、平地流域の保全をおびやかしていることから、山地水源流域の水文・地学的な立場からの森林地帯の総合的な研究が北海道内にも広くおし進められる時がすでにきているとおもう。

参考文献 References

- 1) 吉良竜夫 (1951): 日本の森林帯, 林業解説シリーズ, 17, pp. 34~40.
- 2) PENCK W. (1953): Morphological Analysis of Land Forms pp. 130~34.
- 3) 中尾清蔵 (1939): 苫小牧演習林地質調査報告, 北大演習林研究報告, 11-1.
- 4) 工藤祐舜・吉見辰三郎 (1915): 苫小牧演習林野生植物調査報告, 北大演習林研究報告, 1-4, pp. 1~62.
- 5) HORTON R. E. (平田徳太郎訳) (1952): 各種滲透能の流下量区実験の分析, 林業試験場集報, 62, pp. 94~104.
- 6) LINSLEY R. K. et al (1949): Applied Hydrology pp. 151~153, 261,~282, 309~315, 317~323, 409~411.
- 7) BAVER L. D. (1952): Soil Physics pp. 20~59, 111~115, 156~158, 202~204, 350~380.
- 8) 今田敬一 (1957): 造林地のミクロクリマ, 林業解説シリーズ, 101, pp. 14~36.
- 9) 館脇 操 (1932): 雨竜演習林植物調査 (I), 天塩演習林植物目録 (II), 北大演習林研究報告, 7, pp. 99~129, 181~208.
- 10) 館脇 操 (1952): 北方林の群落形態, 林業解説シリーズ, 43, pp. 30~33.
- 11) 村井延雄 (1953): 苫小牧林地の斜面浸蝕に対する地形と地被の影響 (1), 北大演習林研究報告, 16-2, pp. 229~242.
- 12) 村井延雄 (1954): 苫小牧林地の斜面浸蝕に対する地形と地被の影響 (2), 日本林学会大会講演集, 63, pp. 229~231.
- 13) 村井延雄 (1955): 斜面の侵食と積雪・凍土について, 北大演習林研究報告, 17-2, pp. 769~792.
- 14) 村井延雄・東三郎 (1956): 急斜面における表土の侵蝕について, 日本林学会大会講演集, 65, pp. 264~265.
- 15) 林業試験場 (1955): 林野土壌調査方法書, pp. 6~29.
- 16) 畑村又好・奥野忠一 (1949): 実例による農事試験のまとめ方, pp. 104~112.
- 17) FISHER R. A. & R. YATES (1953): Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research p. 40, 54.
- 18) 北川敏男・増山元三郎編 (1952): 新編統計数値表, pp. 109~122.
- 19) KRIYNINE D. P. & W. R. JUDD (1957): Principles of Engineering Geology and Geotechnics pp. 386~389.
- 20) 田中 茂 (1951): 地被物の急斜面土壌侵食に及ぼす効果, 土木学会誌, 36-7, pp. 12~16.
- 21) 高橋喜平 (1953): 積雪期における荒廃地の侵蝕 (2), 林業資料 II, pp. 5~9.
- 22) SNEDECOR G. W. (1953): Statistical Methods, pp. 62~65, 108~167, 318~372.
- 23) 村井延雄・東三郎・月館健・藤原滉一郎 (1957): 北海道における林地の滲透試験 (1), 日本林学会大会講演集, 66, pp. 131~133.
- 24) 谷藤正三 (1954): 応用土質試験とその解説, pp. 56~64
- 25) 難波宣士・葦沢優子 (1954): 山地土壌侵蝕の研究 (2), 土壌の受蝕性示標, 林業試験場報告, 7, p. 45.
- 26) 川口武雄・渡辺隆司・滝口喜代志 (1951): 赤城山崩壊に関する研究, 林業試験場報告, 49, pp. 64~66.
- 27) 西潟高一・竹内豊 (1955): 土壌理化学性と侵蝕性について (2), 北海道農業試験場彙報, 68, pp. 49~54.
- 28) 村井延雄 (1956): 凍結と土壌侵蝕, 北方林業, 8-8, pp. 21, 22.

- 29) 今田敬一 (1955): 融雪季の洪水におよぼす森林の予防効果 (I), 凍結林地の不凍地点, 北大演習林研究報告, 17—2, pp. 651~658.
- 30) KITTREDGE J. (1948): Forest Influences, pp. 157~164, 200, 201, 207~211, 230~233, 274~284, 287~291.
- 31) 山田 忍 (1951): 火山性土地調査法と北海道における火山性土壌, 北海道農業試験場報告, 44, pp. 75.
- 32) 八鍬利助・藤井重人 (1953): 融解水及び凍土の融解水による土壌の侵蝕について, 北大農学部邦文紀要, 2—3, pp. 1~5.
- 33) RUCKLI R. (1950): Der Frost im Baugrund SS. 199~203, Wien.
- 34) JUMIKIS A. R. (1954): Suction Force in Soils upon Freezing, Proc. ASCE. 80—445, pp. 4~9.
- 35) 倉田益二郎 (1957): 霜柱による土砂崩落防止の研究, 日本林学大会講演集, 67, pp. 280~282.
- 36) SCHMID J. (1955): Der Bodenfrost als Morphologischer Factor SS. 45~199, Heidelberg.
- 37) SARTZ R. S.: Influence of Land Use on Time of Soil Freezing and Thawing in the Northeast, Jour. For. pp. 716~718.
- 38) 八鍬利助 (1940): 札幌に於ける裸地及び積雪地下温, 日本雪氷協会論文集 (1), pp. 67~69.
- 39) TSCHBOTARIOFF G. P. (1955): Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures pp. 63, 91~92.
- 40) 福富孝治 (1953): 積雪の厚さに及ぼす地温の影響について, 低温科学 (9), pp. 144~146.
- 41) 吉田順五 (1953): 積雪の物理学的性質, 雪氷の研究 (1), pp. 130~134.
- 42) 日本治山治水協会編 (1957): 関東地方荒廃山地の霜柱凍結防止工に関する研究, pp. 111~112.
- 43) 満鉄調査局編 (1943): 土壌侵蝕防止の研究, pp. 79, 88, 162, 163, 234~300, 342~394, 414~416.
- 44) BURGGRAF F. et al.: Frost Action in Soils, A Symposium, Highway Research Board, Special Report No. 2, pp. 1~295.
- 45) 岩間 滋 (1957): 西ドイツ道路の凍害対策について (I), 土と基礎, 5—4, pp. 20~25.
- 46) 真井耕象 (1957): 凍上について, 北方林業, 9—12, pp. 8~13.
- 47) GLANDER WOLF (1956): Bodenerosion und ihre Bekämpfung, SS. 64, 65, Berlin.
- 48) 産業気象協会編 (1955): 北海道の気象, 2—8, p. 7.
- 49) 井上 桂 (1956): 北海道の洪水, 北方林業, 89, p. 201.
- 50) 村井延雄 (1952): 谷道の洗掘侵蝕について, 日本林学大会講演集, 61, pp. 178~180.
- 51) 野満隆治 (1943): 河川学, pp. 7~14.
- 52) 今田敬一 (1951): 森林と土壌侵蝕, 林業解説シリーズ (40), pp. 9~19, 32~35.
- 53) 井上桂・石川政幸 (1956): 十勝岳山麓地帯の土壌侵蝕防止に関する研究, pp. 24~31.
- 54) 小山 博 (1955): 日本の水害, pp. 106~145, 226~277.
- 55) 千葉徳爾 (1956): はげ山の研究, pp. 46~62, 74~90, 226~231.
- 56) 村井延雄 (1957): 流域管理問題の諸相, 北方林業, 9—9, pp. 8~11.
- 57) 荒巻宇・沢野亮一 (1957): 荒廃山地が河床堆積物および運搬物に与える影響. 地理学評論, 30—7, pp. 548~568.
- 58) 村井延雄・東三郎 (1957): 森林経営と水資源の利用 (III), 林地の滲透と土壌浸食 (1), 日本林学会木会講演集, 66, pp. 126~128.
- 59) 村井延雄・東三郎・藤原晃一郎 (1957): 流量区における斜面浸食に関する実験的研究, 新砂防, 26, pp. 2~8.
- 60) 田中 茂 (1946): 急斜面の土壌浸食機構について, 土木会誌, 33—4, pp. 6~9.

- 61) TIEGERMAN M. H. and J. M. ROSA (1949): Erosion from Melting Snow on Frozen Ground, Jour. For. 47—10, pp. 807~809.
- 62) 岩垣雄一・土屋義人 (1956): 水滴による地面浸食に関する二・三の実験, 土木学会論文集, 35, pp. 62~63.
- 63) 岡田武松 (1951): 雨, pp. 46~51, 140.
- 64) 三原義秋 (1951): 雨滴と土壤侵蝕, 農業技術研究所報告, A1, pp. 59.
- 65) 平田徳太郎 (1957): 水源地の流出機構, 林業普及シリーズ (49), pp. 36~52, 117~157.
- 66) FORBES R.D. et al. (1956): Forestry Handbook, 10, 19.
- 67) 松川恒雄 (1955): 山腹砂防工法としての等高線壕工法について, 新砂防, 16, pp. 21~24.
- 68) 大井次三郎 (1958): 日本植物誌.
- 69) 金子 良 (1957): 農業水文学, pp. 25~28, 72~77, 152~162.
- 70) 石原藤次郎・本間 仁 (1958): 応用水理学 (中 I), pp. 94~104.

Summary

During 1950~1957, field studies were made to find out some characteristics and interrelations of slope soil erosion, surface run-off and infiltration on forested areas in following source basins: Asshinai, Amanokawa; Horonai, Tomakomai River; Furukawa, Ishikari River; Moshiriunnai, Uryū River; Otoineppu, Teshio River.

For the field study plots in the above basins, slope conditions about topography, soil, climate and vegetation are shown in Tables 1-1~11, 2-1~5; Figures 1-1~5, 2-1~4 and Plates 1-1~6, 2-1~8.

Results derived from these field studies are summarized as follows:

1) Slope soil erosion — Mean annual erosion losses, during 1953~1957, were observed as maximum 8.288 (16.309~0.267) t/ha at Moshiriunnai to minimum 0.179 (0.321~0.037) at Horonai, as shown in Table 1-12; Figures 1-6, 7.

For vegetal plot vs. bare, ratios of mean annual erosion losses showed following range by locality, 077:923 at Horonai, 022:978 at Otoineppu and 003:997 at Moshiriunnai. Relations between annual erosion losses from vegetal plot and bare were indicated as linear regression equations (1.7.1, 2, p. 13).

With minimum infiltration-rate, mean annual erosion losses from the above data were given in linear and curvilinear regression equations as shown in Table 1-20; Figures 1-14, 15.

Combination effects of total rainfall amounts and numbers of rainy day of more than 10 mm/day to summer (rainy) season erosion losses from the bare plots, as listed in Table 1-21, were shown by multiple regression equations (1.6.1~3, p. 12).

2) Valley road erosion — Scouring erosion on valley road from summer cloud-burst rainfall, was analyzed with characteristic variables of four volcanic sand watersheds as shown in Figure 2-1; Tables 2-1, 2. From the above analyses multiple regression equation (2.1.2, p. 65) was derived.

These analyses show that the topographic factor is the most important one in its influence on the scouring erosion of valley road among the characteristic variables of volcanic sand watersheds.

3) Infiltration-rate — By using Musgrave's single ring infiltrometer field studies of minimum infiltration-rates were carried out on forested areas of mountain-side in five source basins, and data thus obtained were summerized in Tables 2-3, 4; Figure 2-2 and Plates 2-1~5.

These results show that there are significant differences among the minimum infiltration-rates on the slope plots, covered with three different vegetal types, and high infiltration-rates on forested areas as compared with bare ground throughout the five source basins.

4) Run-off — Field experiments with simulated rainfall on run-off plot at Moshiriunnai are shown in Tables 2-5~7; Figures 2-3~5 and Plates 2-6~12. Although surface flows from high intensity rainfall (≥ 200 mm/hr · 1 hr) washed away much sediment load from the bare surface of slope and formed rills on the

lower slope surface but flows from low intensity rainfall (≤ 100 mm/hr·1 hr) carried none and developed no rill except some rainhole on bare soil surface as illustrated in Plates 2—9~14.

From the above experiments, relations between eroded depth and run-off depth are given in Figures 2—5~7 and indicated with exponential equations as shown 2. 4. 1, p. 69.

Rills, formed on the bare plot surface after the end of Tests No. 57—5, 6, are illustrated with respectively in Plates 2—13, 14. Above Plates and Figure 2—5 indicate that the development of rill shows roughly equilibrium state in later discharge, inspite of the tendency of increasing run-off depth by degrees in former discharge.

Comparisons of the erosion loss from natural and simulated rainfall on bare plot, showed roughly parallel parabolic curves for the amount of rainfall, more than 600 mm, as shown in Figure 2—9 and listed in Table 2—9.

On bare plot surface covered with Timothy grass, Test No. 57—7 showed the reducing effect of sediment load by 99 per cent as compared with the former Test No. 57—6, but run-off discharge by 5 per cent as shown in Figure 2—8; Plate 2—15.

On vegetal plot covered with natural coppice, Tests 57—8~10 showed the well cover effect of protecting surface soil on run-off as compared with Tests No. 57—3~6 on bare plot as shown in Plates 2—13~16.

5) Snow cover and concrete frost — Snow cover effect on protecting soil surface for to be lowering soil temperature, was observed as illustrated in Figure 1—19; Table 1—25. From the above observations it is reasonable to assume that there is seldom found freezing soil layer under deep snow cover during coldest winter season in Hokkaido.

Consequently in problems of erosion and surface run-off, it is important fact that there are minimum infiltration-rates on the soil surface under the snow cover in winter as much equal as rates on the same slope surface in autumn as listed in Table 1—26.

6) Contour furrow on frozen slope — On frozen hillside of volcanic sand, contour furrows were constructed in former winter (Dec. 1, 1956). During the following spring, the bottom soil layers of the contour furrow were found less freezing than the upper or lower slope soil surface as shown in Plates 2—19~21; Figures 2—10 a, b.

These results suggest that the deeper the snow cover depth the lesser depth there will be for freezing of slope surface layer in winter and then the more opportunity to infiltrate the spring surface flow from melting snow cover and frozen soil layer.