



Title	山林傾斜地における草地造成と保全：傾斜草地に関する農業土木的研究（ ）
Author(s)	長沢, 徹明; 梅田, 安治
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 15(2), 159-168
Issue Date	1987-01-20
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/12060
Type	bulletin (article)
File Information	15(2)_p159-168.pdf



[Instructions for use](#)

山林傾斜地における草地造成と保全

—傾斜草地に関する農業土木的研究 (II)—

長沢 徹明・梅田 安治

(北海道大学農学部土地改良学教室)

(昭和 61 年 5 月 15 日受理)

Grassland Reclamation and Soil Conservation of Forest on a Sloping Land

—Engineering Study on Hillslope Grassland (II)—

Tetuaki NAGASAWA and Yasuharu UMEDA

(Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

I. ま え が き

近年、農地の潰廃が進むなかで、北海道の農地面積は増加傾向にあり、とくに草地面積の増加が著しい。北海道は、土地資源が比較的豊かなこともあって、農用地造成事業のウエイトが大きい。しかし、開発可能地が多いとはいえ、条件の良い土地の農業利用は限界に近く、造成対象地は次第に条件の厳しいところにならざるを得ないのが現状であろう。

傾斜地に注目してその土地利用をみると、北海道といえども緩傾斜地はすでに利用率が高く、今後の農用地開発は急傾斜地を対象とすることが多くなる。こうしたことから、農用地開発事業には、計画当初から環境保全上の問題を内包する場合が多い。すなわち、傾斜地の農用地造成では、一定期間地表面が裸地状態となるのを避けられず、この時期に水食の危険性がともなう。侵食問題は、開発当該地区の生産性低下を招くだけでなく、種々の化学物質や土砂等が河川を通じて流亡することにより、下流の環境にも少なからぬ影響を及ぼす可能性がある。このような認識をふまえて、傾斜地を開発する場合には、さまざまな施工上の工夫や多様で重層的な防災施設が設定されている。

本研究の調査対象事業地区は、保安林のなかにあつて、これを解除するうえでの付帯条件が設定され、たとえば砂防ダムや土砂溜柵などが計画・施工され、地区内に多数設置されている。しかし、これら施設の規模(堆

砂容量)を決定することは、多くの因子が複雑に関与するため難しい問題である。ここでは、比較的単純な仮定によって流亡土砂量を求め、規模を決定するうえでの基礎としている。このような方法は、現時点での技術的取り扱いとして止むを得ない面もあるが、なお検討の余地が残されているようである。ここでは、既設の農用地開発付帯防災施設の実態を調査し、その機能を検討することにより、施設・システムの適正化を模索するものである。

II. 調査地区の概要

調査対象地区は、富良野盆地の南方・日高山脈の北部に位置する草地開発事業地区であり、昭和 52~60 年度にあわせて 510 ha の草地(山成工法)・14,340 m の道路・14,930 m の雑用水施設・付帯防災施設・管理舎等が造成・設置された。草地は、放牧地と兼用地(放牧と採草)に区別され、後者は営農上の制約から比較的緩傾斜地に設けられている。流域内における造成草地は、Fig. 1 に示される平面分布となっている。標高 500~700 m の急峻な波状性丘陵地帯にひろがるこれら草地では、周辺市町村の預託牛の育成ならびに乾草供給を行っている。これによって肥育素牛の安定供給を期し、営農の安定を図ろうとするものである。

気候は少雨冷涼で、夏季には霧の発生も多く、農業利用としては酪農適地といえよう。

地質は、日高山脈にひろくみられる日高変成帯の一部

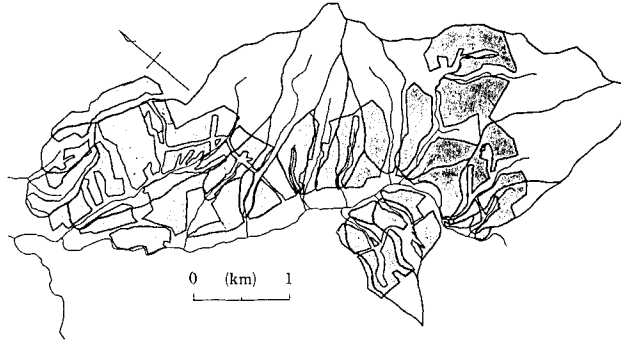


Fig. 1. Form of basin and areas of grassland reclamation for the investigation.

である。山脈中心側には変成岩がひろがり、斜面にはこれらの崖錐堆積物が認められる。さらに外側には、先白亜期の落合層（おもに粘板岩）が断層で接している。そして、地区全体の表面を十勝岳—b 降下火山灰 (To-b) が、約 15 cm 厚さで覆っている。この To-b 火山灰層は有機物含有量も多く、構造がよく発達している。したがって、土粒子の結合性や地盤の透水性が高く、耐食性はきわめて大きい。しかし、草地造成時には、伐排根・雑物除去・整地などともない、表層土が移動して下層土が露出しがちである。下層土には崖錐堆積物が広く分布しているが、これは結合が弱いため水食作用を受けやすい。

この地区のように、自然林地に草地を造成する場合、その過程で地盤状態が変化し、水食にも大きな影響をおよぼすことになる。ここでは、現場での浸入度試験と採取試料の土質試験によって、草地開発過程での地盤状態の変化を検討する。試験に供した地盤は、林地・伐木搬

出道・裸地・放牧地・放牧採草地・牛道（放牧牛の移動経路となって裸地化した箇所）の 6 点である。Fig. 2 は、各地盤の浸入度試験の結果である。林地にくらべて、造成地の浸入度はいずれも低く、とくに裸地・牛道の場合、降雨のほとんど全てが表面流去することがわかる。前述の 6 地点において、深さ 10 cm（林地のみ 30 cm）と 50 cm から不攪乱試料を採取し、各種土壌物理量を求めた。これらのうち、10 cm 深の三相比をみると Fig. 3 のようになる。草地開発に伴って間隙比が減少する点は、Fig. 2 の浸入状態を裏付けるものであり、草地造成過程で生じる表土の構造変化が示唆されている。

III. 土砂流亡防止施設

1. 設置計画と概況

流域外への土砂流亡防止施設設置計画にあたり、本地区ではその基準となる流亡土砂量を Table 1 のように求めている。同表に示される地表状態と流亡土砂量の関係に基づき、次式で流亡土砂量を得る。

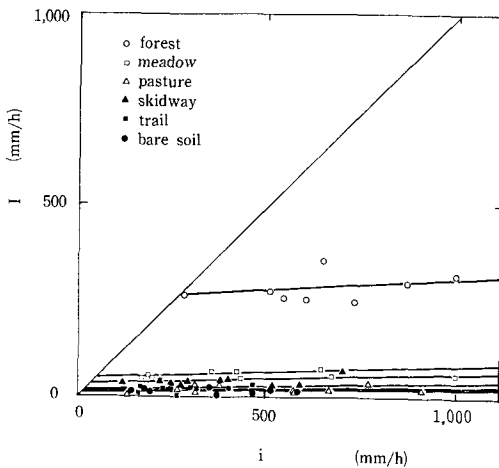


Fig. 2. Land-use types and intake-rate.

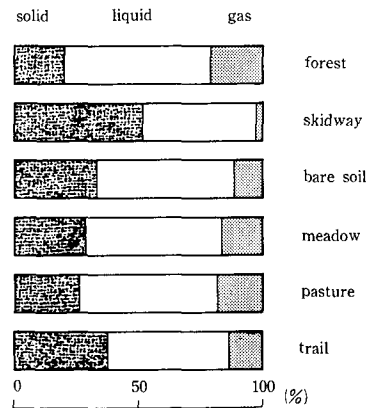


Fig. 3. Three phases of soils for each ground conditions.

Table 1. Sediment Yields Resulting from the Forest Act

Surface conditions	Sediment yields (m ³ /ha/year)	Depth (mm)
Bare or waste areas	200~400	20~40
Clear cutting area or grassland	15	1.5
Selective cutting area	2	0.2
Forest	1	0.1

$$V = V_0AN \dots\dots\dots (1)$$

V: ある地表状態における流出土砂量 (m³), V₀: その状態での年間流出土砂量 (m³/ha/年), A: その状態の地表面積 (ha), N: その状態にある期間 (年)

ただし、土砂流出を考慮する期間は、工事前1年、工事後3年とする。造成期間については、施工中の各種のトラブルによる遅延を考慮して十分な余裕をとり、最低でも4カ月とする。たとえば、流域面積20haの林地に造成期間2カ月の予定で7haの草地を造成する計画の場合、推定流出土砂量は、

$$\begin{aligned} V_1 &= 1 \times 20 \times 1 = 20 \\ V_2 &= 300 \times 7 \times 4/12 + 1 \times 13 \times 4/12 = 704 \\ V_3 &= 15 \times 7 \times 3 + 1 \times 13 \times 3 = 354 \\ \therefore V &= V_1 + V_2 + V_3 = 1,078 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

の手順で求められる。

造成斜面からの土砂流出形態は、流出水とともに斜面凹部に集中して流路に沿って流下するものと、平斜面で分散状に流下するものがある。前者に対しては、土砂の流下経路等を勘案して、できるだけ効果的な位置に砂防ダムを設置する。後者に対しては、圃場の斜面下端に柵

工を設け、さらに承水路と土砂溜柵によって地区外への土砂流出防止を図っている。

砂防ダムと土砂溜柵の堆砂容量は、(1)式に基づいて決定されるが、この場合圃場内に設置される排根線の効果も勘案される。すなわち、造成斜面で発生する侵食土砂の70%がこれによって阻止できるとしている。また、土砂溜柵の場合は柵工と組み合わせられているため、流出土砂量はこれによってさらに90%阻止されるものとして容量を決定している。前述の例によって、これらの堆砂容量を求めると以下のようになる。

(砂防ダム)

$$\begin{aligned} V_1 &= 1 \times 20 \times 1 = 20 \\ V_2 &= 300 \times 7 \times 4/12 \times 0.3 + 1 \times 13 \times 4/12 = 214 \\ V_3 &= 15 \times 7 \times 3 \times 0.3 + 1 \times 13 \times 3 = 134 \\ \therefore V &= V_1 + V_2 + V_3 = 368 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

(このVに安全率を乗じて設計容量を決定する)

(土砂溜柵)

$$\begin{aligned} V_1 &= 1 \times 20 \times 1 = 20 \\ V_2 &= (300 \times 7 + 1 \times 13) \times 0.3 \times 0.1 \times 4/12 = 21 \\ V_3 &= (15 \times 7 + 1 \times 13) \times 3 \times 0.3 \times 0.1 = 11 \\ \therefore V &= V_1 + V_2 + V_3 = 52 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

(既製のコンクリート槽を必要数設置し、適宜排砂することを前提とする)

調査対象地区における砂防ダム・連柴柵工・承水路・土砂溜柵の配置状況を、Fig. 4に示す。

2. 排根線

排根線は、本地区のような山成工法での抜排根工程で発生する根株を集積して形成され、侵食防止にも有効に利用される。排根線の規模は、造成区の植生の量と排根線の数によって異なるが、通常は高さ3~5mである。時間の経過とともに腐朽・崩壊して減少するが、それま

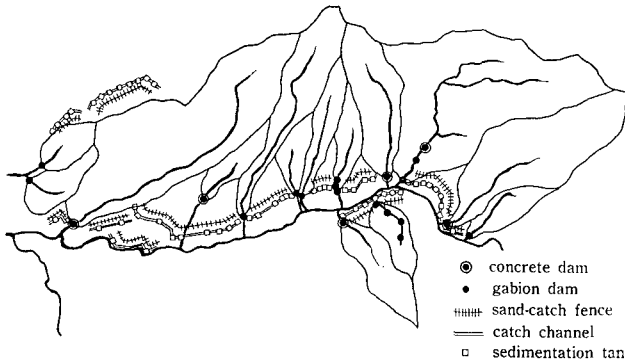


Fig. 4. General situation of the sediment control constructions.

では放牧牛が踏み込んで事故がおきるのを防ぐよう隔障物を設置し、家畜への保護が配慮されている。排根線の位置は、一般的には施工機械の作業能率と造成後の営農、排根線による潰れ地などを考慮して決定される。排根線の設置例のなかには、傾斜方向に配列しているものもあるが、侵食防止の見地からすれば、①等高線方向、②造成斜面に数条、斜面末端に1条、③急斜面凹部などの受食性のおおきい箇所には重点的に、などを配慮した設置方法が望まれる。

一方、排根線で斜面を区切ることは、収穫・更新等、営農上の作業能率を低下させる。また、等高線方向に設置された排根線は、表面流出水にたいして一種のダムとなり、これが決壊したときには被害の発生する危険性がある。

本地区の設置状況はほぼ等高線状に配置され (Photo. 1)、また多くの圃場で斜面下端にも設置されている。問題点とみられるのは、排根線の切れ目である。この切れ目は、施工機械・農業機械や放牧牛の移動経路となるため、草生が乱されて地表面が攪乱状態となっている。そして降雨時には、排根線でせき止められた流出水が集中するため、侵食の発生している箇所もみられる。対策としては、この切れ目が斜面方向に縦に連ならないようにし、凹状部のような受食性地形の上流部に設置することのないように配慮すべきであろう。



Photo. 1. Grassland reclamation at original slope of area for investigation.

3. 柵 工

柵工は、法面保護を目的として、法面の中間や下端に設置される。法面下端の崩壊は法面の安定性を崩し、法面全体の破壊にもつながりかねない。柵工には、材料によって連柴柵工や板柵工などの種類があるが、いずれも透過性を有し、ある粒径以上の土砂を阻止して微細土砂と水は排出する。

本地区では、砂防ダム流域外の平面状傾斜圃場からの

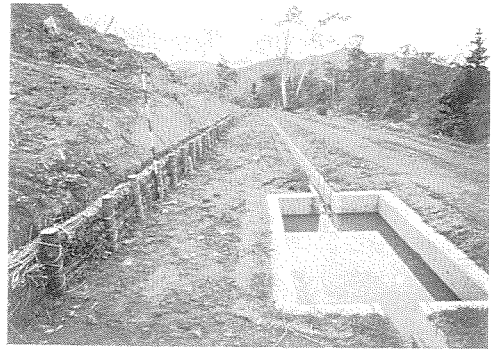


Photo. 2. Examples of sediment control constructions.

流亡土砂を対象としている (Fig. 4, Photo. 2)。地形的に土砂流亡がおおきく見込まれる箇所には、連柴柵工が二重に設置されている。そこでは、柵工間で流亡土砂の捕捉がおこなわれており、有効な方法と思われる。これに対して、排根線の切れ目の直下で、流出水の集中が予想される場合には、柵工の構造や配置を検討することも必要であろう。

4. 承水路・土砂溜桝

前述のように、砂防ダム流域外の圃場からの流亡土砂は、その大部分が排根線と連柴柵工によって阻止される。そして、捕捉し得なかった土砂は、圃場下流端の承水路を通じて土砂溜桝へ集められ、一時的に堆砂して適宜排砂されることになる。

本地区の承水路は、土砂溜桝に接続する部分 (10 m) と急勾配部分にコンクリートU字溝を設置し、その他の部分は素掘り水路となっている (Photo. 2)。土砂溜桝は、 $1.5 \times 3.0 \times 1.4$ mのコンクリート製で、一定の規格のものを推定堆砂容量に応じた数だけ設置している。そして、造成前1~2年、造成中、造成後5~9年にわたって適宜排砂することを前提とした計画となっている。1984年9月時点での土砂溜桝堆砂状況は、Fig. 5に示すごときのものであった。図中に示される堆砂量の多寡は、集水域である造成地の地形や排根線・柵工の状態に関連することはいうまでもないが、承水路素掘り部分の洗掘に起因するとみられる堆砂も観察された。このような状態には、草生あるいは装工などで対応する必要があるであろう。

5. 土砂扞止林

林地は、裸地や農地にくらべて浸入度がきわめて大きいことから、表面水の大部分を地下に吸収してしまう。これにともない流亡土砂も林地内に堆積し、流路への土砂の流入を抑制する。このような土砂流亡防止機能を評

価し、造成地域内に配置する林地を土砂防止林と呼んでいる。

流亡土砂の林地による捕捉量（堆積深）を検討した事例¹⁾によれば、10 m 幅の林地で 50 m の裸地斜面（7.5% 勾配）からの土砂流亡はほぼ完全に止められるとされているが、斜面長のおおきい場合や急傾斜地、また地隙の谷頭など流出水の集中しやすいところでは、林帯幅をさらにおおきくする必要があろう。また、土砂防止林帯の設定位置については、表面流出水の流勢をカットするように斜面中央とするのが効果的であるとされている^{2),3)}。

本地区の土砂防止林は、Photo. 1 にみられるように、主として流路周辺にあって上流からの流亡土砂を捕捉し、流路への土砂流入を防止している。ごく一部には流路まじかまで造成地が迫っている箇所もみられるが、大部分は林帯幅も十分でササ等の下草が密生した自然林地が残されている。

6. 砂防ダム

砂防ダムは、流域内で発生した侵食土砂が河川を通じて流下して下流域に被害を及ぼすのを防止するため、土

砂や石礫の流出しやすい地点に設置される。これまで、主として山岳地帯の崩壊的地形のなかで、土石流による下流への被害防止の必要上設けられることが多かったが、最近では宅地や農地の造成に伴って、一時的に土砂流送が予想される場合にも設置されるようになってきている。

砂防ダムの堆砂容量は、前述の推定方法によって求められるが、現状の地形で得られない場合には群ダムとする。ダム本体の材料には、コンクリート・フトン籠・蛇籠・鋼製枠・アルミ枠などがあり、それぞれ安定性・経済性・施工性を勘案して決定される。本地区には、コンクリートダムが 6 基、フトン籠ダムが 15 基設置されている。

ダム堆砂量は、ダム天端から堆砂面までの距離を計測し、この値とダム設計図からダム地点での堆砂断面を求め、その断面を底面とし堆砂の上流側距離を高さとした錐体の体積計算から求めた。設計上の堆砂面は、上流に向かって 5% の勾配をなすことになっているが、踏査結果からここでは水平として扱っている。堆砂量の計算に

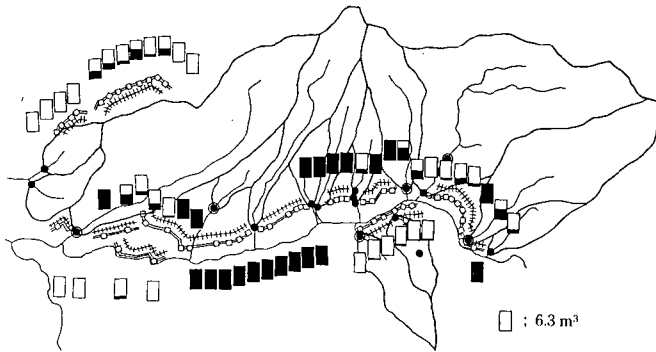


Fig. 5. Sediment conditions of each sedimentation tanks.

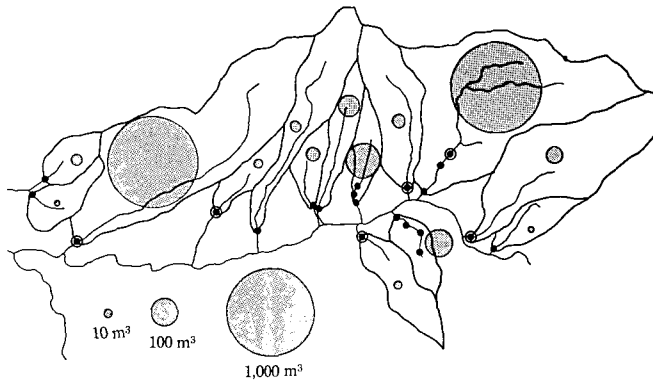


Fig. 6. Sediment conditions of each debris barriers.

は、この他にも地形図の等高線に基づく方法が考えられる。しかし、地形図読取り精度の問題やダム施工時に原地形が変化している点が考えられるうえ、試算の結果両方法に大差のないことなどから、ここでは錐体の体積計算によってダム堆砂量を求めた。1984年9月時点でのダム堆砂状況を、Fig. 6に示す。図でも明らかなように、ダム堆砂量は地点により大きく異なっている。以下では、この堆砂量の変動要因に関して、種々の点から検討を加えることにする。

IV. 砂防ダム堆砂状況に基づく検討

1. 降雨・流出

降雨は、土壌侵食にとって最大の要因である。とくに草地開発にともなう侵食は、樹木の伐採から伐排根・草地基盤の造成・牧草の成長に至る期間の降雨が問題となる。降雨と侵食の関係については、これまでに多くの知見が得られている。そして、降雨の諸性質のうち地表面に与える運動エネルギーが、侵食量ともっとも高い相関性を有することがわかっている。

本研究では、造成期間中の降雨に関して詳細な記録が得られていない。したがって必ずしも十分とはいえないが、最寄りの観測点(幾寅)における日降雨量記録に基づいて検討を行う。この記録をもとに、地区内各造成団地における造成期間降雨量をとりまとめ、各砂防ダム流域における造成期間降雨量を次式により算定した。

$$\text{流域内造成期間降雨量} = \Sigma\{(\text{造成団地面積}) \times (\text{その造成期間降雨量})\} / \text{流域内造成面積} \dots\dots\dots (2)$$

ここで造成期間とは、伐採から牧草の草丈が約10 cmに成長するまでの期間としている。

(2)式で得られる降雨量と砂防ダム堆砂状況の関係を示すと Fig. 7 のようになり、ばらつきが大きく相関性を認めるには至らない。これは、降雨を単なる量として評価しているための限界であり、同程度の降雨量でも降雨強度などの降雨の性質によっては、土砂の流亡が著しく変動することを示唆している。

表面流出水により表土の侵食は促進され、また流亡土砂が河道に運搬される。そして、流域河川の流況は、下流への土砂搬送にたいして重要な因子と考えられる。Fig. 8は、各ダム流域の比流量とダム堆砂状況を検討したものである。ただし、土砂の流送は本来、大きな降雨強度のときに発生しやすいので、高水流量との相関性が高いと思われるが、ここでは平水時の流量データを用い

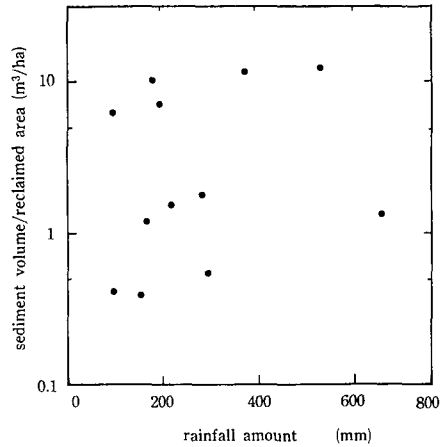


Fig. 7. Sediment of debris barrier and rainfall for the reclamation period.

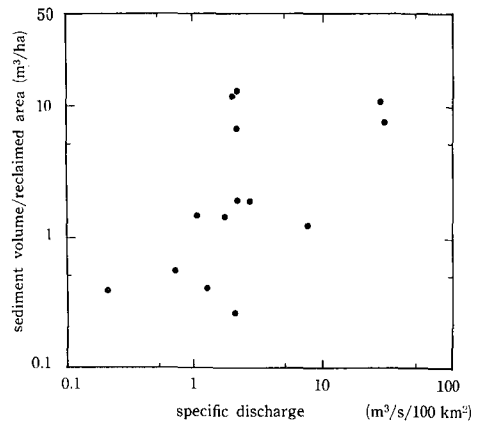


Fig. 8. Sediment of debris barrier and stream regimen for each small basins.

ている。

2. 地 形

地形は、表面流出水の流量や流速を左右し、水食にも強い影響を及ぼす。たとえば造成域の土地の勾配が増大すると、流去水の流速を増加させ、水食のエネルギーが増大する。ここでは、各流域における造成地の勾配が土砂流亡といかなる関係にあるかを検討するため、傾斜分級図をもとに平均勾配を次式で算出した。

$$\theta = \{\Sigma(\theta_i \times a_i)\} / a, \quad t = 100 \tan \theta \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 t : 平均勾配 (%), θ : 平均傾斜 (度), θ_i : 階級値 (度), a_i : その階級値の占める面積 (ha), a : 造成面積 (ha)

(3)式で得られる造成域の平均勾配と、砂防ダム堆砂状況

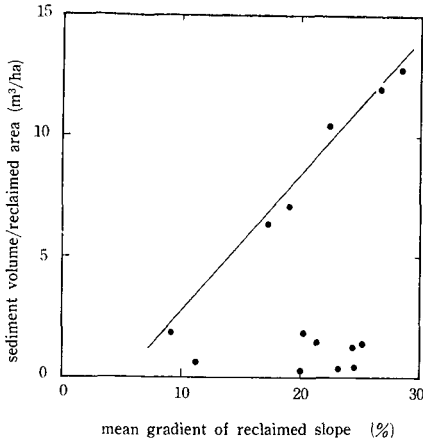


Fig. 9. Sediment of debris barrier and gradient of grassland.

の関係をプロットすると、Fig. 9のごとくなる。これによれば、勾配が10%前後から土砂流亡（ダム堆砂）は直線的に増大することを示している。しかしこの直線は、土砂流亡の上限を示しているのであって、図からも明らかなように、勾配の大きな造成流域でも堆砂の少ないダムがみられる。これらのグループは、土砂流亡防止システムが有効に機能されていることを示唆している。

その他の地形因子として、造成地の斜面長・流域の面積・形状係数を取りあげ、ダム堆砂状況との関連性を検討したが、いずれもダム堆砂状況の違いを説明するには至らなかった。土砂の侵食と流送現象には、造成時期と造成位置、いかえると時間と空間の両要素が関与するため、単なる「地形」という静的因子だけでは、現象を正確に把握し得ない。たとえば、Fig. 10に示す流域面積と堆砂状況の関係は、非常にばらついている。流域面積の小さい場合には、造成工区数が少なく短期間のうちに施工されるため、その期間の降雨状況によって土砂の流亡が大幅に変動することになる。それに対して、大面積の流域では工区数が多くなり、全体的にみれば工期が長くなるので強雨に遭遇する機会を増えるであろう。

3. 地被状態

地表の植生状態は水食に大きな影響をおよぼし、一般に植生密度が高く植生期間のながい場合ほど、その地点での水食量は小さい。本地区の場合、作物が単一・多年生の牧草であり、完成した草地の耐食性はきわめて大きいことから、水食は造成期間に多く発生するとみられる。このような見地から、造成期間における降水量と土砂流亡の関連性について検討を加えた (Fig. 5) が、ここでは造成面積を因子としてダム堆砂状況を検討する。

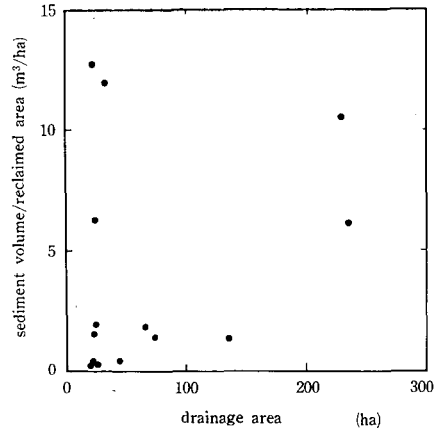


Fig. 10. Sediment of debris barrier and drainage area for each small basins.

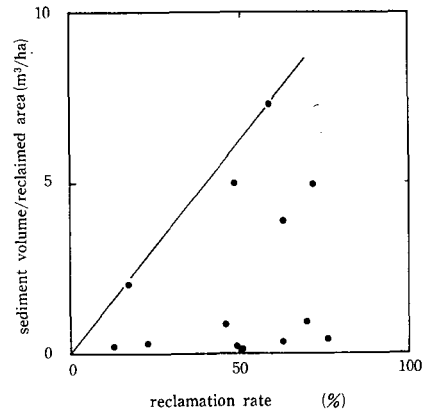


Fig. 11. Sediment of debris barrier and reclamation rate for each small basins.

Fig. 11は、各流域における造成面積率とダム堆砂状況の関係を示したものであるが、造成率の増加が土砂流亡を増大させる可能性のあることを示しており、造成過程で必然的に裸地状態となることを考えると当然ともいえる。そして、この造成期間に危険降雨がなければ、水食は発生しないことは前述のとおりである。これに加えて、水食防止対策の効果の発現により、土砂流亡は抑制されることを同図は明示している。とくに後者に関しては、次節でふれるごとく土砂止林の効果が大きいように思われる。

4. 土砂止林

造成流域内で発生した侵食土砂の流亡に対して、最も効果的にこれを阻止し得る地被条件は自然林地である。この林地を流域内に適正に配置することにより、土砂流

亡を大幅に抑制できることは前述のとおりである。そして、本地区の土砂防止林は、流路周囲の沢筋に設定されている。ここでは、土砂防止林の効果を確かめるため、流亡土砂の捕捉状況を検討する。それにはまず、造成地における侵食土砂量を把握しなければならない。しかし、現場での実測は困難であることから、USLE (Universal Soil Loss Equation) を利用して侵食土砂量を推定することにする。

USLE は、次式のようにあらわされる。

$$A = R \cdot K \cdot SL \cdot C \cdot P \dots\dots\dots (4)$$

- A: 平均年間侵食土砂量 (t/ha/year)
- R: 降雨係数 (t・m²/ha/h/year)
- K: 土壌係数 (h/m²)
- SL: 傾斜斜面長係数
- C: 作付管理係数
- P: 保全係数

このような USLE は本来、ある傾斜圃場で生産される平均年間侵食土砂量を予測する式であり、単年まして数カ月といった造成期間における侵食土砂量を求めることを目的とするものではない。たとえば、降雨係数 R は降雨の侵食ポテンシャルである EI₃₀ (1 連降雨の運動エネルギーに最大 30 分降雨強度を乗じた値) の年間合計値であり、これを多年にわたって集積・平均してはじめて使用に耐え得る R 値が確定される。またこのような R 値と基準圃場で観測される平均年間侵食土砂量により、土壌係数 K が決定されるのである。以上のことを前提としたりうで、各ダム流域での造成期間における侵食土砂量を推定し、ダム堆砂量との比較を通して、主として流路周辺の土砂防止林の効果を考えてみる。

調査地区の詳しい降雨記録が得られなかったため、種田⁴⁾ による R 値分布図より本地区の R 値を 75 とした。そして、最寄りの観測地点の日降雨量から造成期間降雨量を求め、これと年降水量の比により先の R 値を配分して造成期間 (工区) における降雨の侵食ポテンシャルとした。

土壌係数 K に関しては、標準枠試験による場合のほか、土壌の性質から決定する方法が提示されている⁵⁾。ここでは、地区内土壌の粒度分析結果と従来の研究報告^{6),7)} から、K=0.271 とした。

つぎに、各流域における造成区の平均勾配 (θ) と平均斜面長 (l) を求め、次式によって傾斜斜面長係数 SL を算定する。

$$SL = (l/22.1)^{0.5} (65.41 \sin^2 \bar{\theta} + 4.56 \sin \bar{\theta} + 0.065) \dots\dots\dots (5)$$

また、ここで検討する侵食土砂の発生は、造成工事期間についてのものであることから、作付管理係数 C は 1.0、すなわち裸地に準じたものとした。保全係数 P についても、造成期間においては侵食抑制の施設が未整備として、1.0 とおくことにする。

以上のような各係数の設定値と、造成期間における推定侵食土砂量の計算値を Table 2 に示す。また、推定侵食土砂量と実際のダム堆砂状況との関係を、Fig. 12 示す。

Table 2. Estimation of Soil Loss for Each Small Basins

No.	R (t・m ² / ha/h)	K (h/m ²)	SL	C	P	A (t/ha)
1	6.14		11.23			18.69
2	10.41		16.42			46.32
3	11.05		16.68			49.94
4	41.20		14.83			165.58
5	18.55		3.03			15.23
6	12.01	0.271	12.31	1.00	1.00	40.07
7	5.90		6.06			9.69
8	9.04		10.47			25.65
9	32.99		12.70			113.54
10	13.79		8.61			32.17
11	23.21		11.73			73.79
12	17.84		2.63			12.72

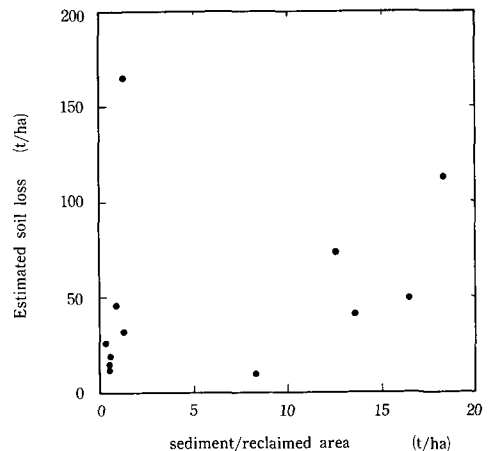


Fig. 12. Sediment of debris barrier and estimated soil loss for each small basins.

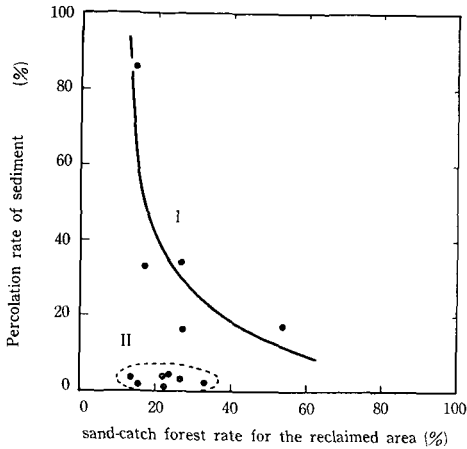


Fig. 13. Effects of sand-catch forest (The forest condition of group I is better than group II).

つぎに、土砂拵止林の効果をみるため、土砂拵止林率と土砂透過率の関係をプロットしたのが、Fig. 13である。ここで土砂拵止林率とは、流域内で造成区から流路に至る面積に対する、造成区からの土砂流亡経路となり得る林地面積の割合である。また土砂透過率とは、Table 2に示される各流域の推定侵食土砂量に対する砂防ダム堆砂量の割合である。図によれば、土砂拵止林率の減少にともない土砂透過率のいちじるしく増大するグループと、透過率の小さなグループが存在している。このような違いは、土砂拵止林の植生状態や保存状況など、いわば拵止林の質的側面に起因するものと考えられる。すなわち、グループIは開発の過程で擾乱されたり元来植生（とくにササ）の貧弱な林地に相当し、グループIIは下草の繁茂とともに林相のバランスがよく、拵止林としての配置が適正な場合に相当するものと思われる。

5. 群ダム方式の効果

本地区には、1つの沢筋に複数基の砂防ダムが設置された流域がある。このような方法による砂防上の効果を検討するため、ダム堆砂の粒度を調べた。その結果、上流に設置されたダムになるほど、平均堆砂粒径は大きいことがわかった。同時に、群ダム最下流のダム堆砂と単一ダムの堆砂を粒度で比較すると、前者があきらかに小さいことが注目された。これらのことから、単一ダムの場合には流送土砂の微細な部分がダム下流へ流出している可能性もある。すなわち、流送土砂の捕捉率は、砂防ダムを複数基設置する場合のほうが高いと考えられることから、大規模な砂防ダムを1基設置するより有利なよ

うにみられる。技術的・経済的な条件を勘案しつつ、再検討すべき点であるといえよう。

V. あとがき

調査対象地区は、昭和50～60年度にかけて実施された面積約500haの山成造成草地開発地区である。もともと保安林である当地区では、保全面で大きな制約が課され、開発当初に砂防ダムをはじめとする各種付帯防災施設が設置されている。これらの施設設置計画のなかで、砂防ダムと土砂溜木の施設容量（堆砂容量）は、つぎのような基準に基づいて決定されている。すなわち、土砂の流亡は林地・裸地・草地でおのおの $1 \cdot 300 \cdot 15 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{年}$ を見込み、工事前1年・工事後3年・造成期間は最低で4カ月としてこの間定常的に発生するとする。そして、圃場で発生する侵食土砂のうち排根線が70%を、柵工がさらに残りの90%を捕捉するというものである。

こうして算定された砂防ダムの規模はさまざまであり、本地区にはフトン籠ダムが16基と大容量のコンクリートダム5基が設置されている。これらのダム堆砂量を実測すると、堆砂のほとんどないものから満砂状態のものまで多様である。堆砂の少ないダムについては、土砂流亡の最大要因である強雨が当該流域の造成期間中になかったことによるとみるべきであり、過剰な施設とするのは適当ではない。むしろ問題と思われるのは、調査時点で満砂状態にあったダムであり、洪水時における土砂越流の可能性を否定できない。この原因としては、つぎの2点が考えられる。

① 前述の堆砂容量設計上の前提条件。このような設計流亡土砂量の固定化は、個々のフィールドの多様性にかんがみ問題である。流亡土砂量は、地形や地盤の性質・雨の降りかた如何で大きく変動することから、当該地区の実情にきめこまかく対応させる必要がある。

② 圃場での侵食土砂の河道への流送経路における防災施設機能。排根線が流亡土砂の70%を阻止できるか否かはさておき、有効な抑制施設ではある。また、沢筋に設置された土砂拵止林も、調査のなかでその有効性が認められた。問題はこれらの状態である。高い土砂流亡抑制機能を有するこれらの施設を十分活用するためにも、施工方法や維持管理には万全の注意を払う必要がある。

いずれにしろ、この種の調査実績を積み上げて多角的に検討し、その成果を後続する農用地開発事業に生かしていくことがなによりも求められる。

VI. 摘 要

傾斜地の農用地開発に付随して、開発農地自体の水食や下流への土砂流送などの問題が発生しがちである。こうしたことから、山林地を開発するに際しては、さまざまな施工上の工夫や多様かつ重層的な防災施設が設定される。すなわち、圃場で発生する侵食土砂を地区内で捕捉することを目的として、土砂溜樹、砂防ダム等が設置される。この場合の施設容量の決定には、一定の基準が適用されているが、斜面上の排根線や下流端の柵工による土砂流亡抑制効果、あるいは土砂止林の機能等について、これを検証した事例は少ない。ここでは、山成草地造成地区を対象として農用地開発付帯防災施設のおかれている実態を調査し、その機能を検討することを通して防災システムの適正化を考えている。

現地調査のなかで明かになった各流域における砂防ダム堆砂量の変動状況に基づき、施設機能や保全上の諸問題に検討を加えた。その結果、造成域の土地の勾配、流域面積に占める造成面積の割合などの諸条件が、ダム堆砂状況に強く影響する点が指摘できた。また、流路周囲に設定された土砂止林の効果についても検討を加え、その有効性を確かめるとともに、造成・管理に起因する質的側面の重要性を明かにした。

〔謝 辞〕

本調査を進めるにあたり、北海道開発局農用地開発課および北海道開発局旭川開発建設部の関係各位には、多大なるご便宜とご協力をいただいた。また、現地調査には、専攻学生諸君に種々ご協力いただいた。記して謝意を表する次第である。

引用文献

- 1) 石川政幸・鈴木孝雄：土砂流亡防止林帯の幅について，日林道支部講演集，10，pp. 155-160，1961
- 2) 村井 宏：林地の草地転換が地表流下・浸透および土砂流出に及ぼす影響，水利科学，99，pp. 57-85，1974
- 3) ミロス=ホリイ：侵食（岡村・春山共訳），p. 176，森

北出版，1983

- 4) 種田行男：降雨侵食の可能性を示す降雨係数の算定，農土論集，65，pp. 15-19，1976
- 5) WISCHMEIER, W. H.: Control of water pollution from cropland, Agric. Res. Serv., USDA, 1(3), p. 19, 1975
- 6) 文献5), p. 20
- 7) AHN, P. M.: A note on the apparent effect of soil texture on soil erodibility as deduced from the Wischmeier monograph, pp. 11-12, FAO, 1978

Summary

Soil erosion in reclaimed areas or downstream sediment transportation often occur when reclaiming sloping land. To protect against this, regulation of reclamation and disaster prevention measures are taken when developing forests. For example, sedimentation tanks or debris barriers maybe constructed to catch and retain the sediment in the reclaimed area. The capacity of these facilities are determined from standard designs, but the effect of sediment control by the excluded stump lines, sand-catch fences, sand-catch forests and other measures remain unquantified.

In this paper, the actual conditions of disaster prevention constructed with grassland reclamation at original slopes are investigated. A rationalization of these data for a system of disaster prevention is attempted. Problems of conservation and disaster prevention are discussed for conditions with sediment confined by the debris barrier for each small catchment basin. It is shown that the gradient of the reclaimed land, the reclamation rate for the basin, and other factors strongly influence the sediment at debris barriers. The effect of sand-catch forest is investigated and their effectiveness is confirmed. The quality of sand-catch forest is definitely shown to be critically important.