HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 改良山成畑工による農地の造成と保全 （Ⅰ） ： 斜里山麓・南後志地域における調査事例 |
| Author(s) | 梅田, 安治; 長沢, 徹明; 水谷, 環 |
| Citation | 北海道大学農学部邦文紀要, 15(4), 337-344 |
| Issue Date | 1987-10-31 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/12076 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 15(4)_p337-344.pdf |

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

# 改良山成畑工による農地の造成と保全 (I)

## ——斜里山麓・南後志地域における調査事例——

梅田安治・長沢徹明・水谷　環
(北海道大学農学部農業工学科土地改良学教室)

(昭和62年5月29日受理)

# Conservation of Agricultural Lands by Field Reclamation at Improved Slope (I)

## —Case studies of Syari-sanroku and Minami-siribesi districts in Hokkaido—

Yasuharu UMEDA, Tetuaki NAGASAWA
and Tamaki MIZUTANI
(Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

## I. まえがき

近年，日本の農地面積は1961年の609万haをピークとして減少傾向にあり，1984年には540万haとなっている[1]。この間の潰廃面積は約160万haであるのに対し，造成面積は約90万haであった。都市部の拡大にともなう農地潰廃に対処すべく実施される農地の造成は，同時に国土の保全と調和ある利用，そして食糧自給力の維持強化を図ることを基本方針としている[2]。いま，農地開発にあたり新たな展開を平地部に求めることは困難であり，開発対象地区は起伏の多い山地や丘陵地など条件の厳しいところに設定せざるをえないのが現状である。地形的，地理的に厳しい条件下で生産性の高い農地を造成するには，大量の土工を伴う改良山成畑工法が主流を占めることになる。この工法は，切・盛土工によって現況地形を大幅に改良して緩斜面農地を造成する方式であり，急傾斜地や起伏の激しい地形に適用できるほか，有効畑面積率が大きいなどの長所がある。しかしその半面，土工量が多いために施工時の土砂流亡や施工後の保全が重大な問題となってくる。また，大規模な地形の修正を行うため，水文環境などに及ぼす影響も大きい。そのため，降雨時には農地侵食・崩壊が発生しがちであり，とくに北海道東部地域においては地盤凍結が影響する融雪・融凍期の農地保全問題[3]が存在している。

こうした問題を内包する改良山成畑工法では，農地保全対策として承水路・集水暗渠・シュート工等の排水施設，沈砂池・谷止め工・土砂扞止林等の貯砂施設の設置を積極的に行っている。しかし，造成による環境変化，またこれら保全対策の効果等については明確でないのが現状である。本報告は，有効な保全対策を確立するための基礎資料を得るべく，改良山成畑工法によって造成された農地を調査し，その保全問題を検討したものである。

## II. 造成圃場面の侵食

改良山成造成農地の保全問題を検討するにあたり，現場における実態把握につとめた。いま，北海道内で改良山成畑工により農地開発がすすめられている地区のなかから，斜里山麓・南後志の2地域で調査を行った。

### 1. 斜里山麓地域

#### (1) 地域の概要

斜里山麓地域では，清里町南東に広がる標高35～350mの丘陵地で農地開発が実施されている。年平均気温は6.7℃であり，営農期間(5～9月)の平均気温は16.5℃となっている。また，年平均降水量は822mmと，わが国でも最も少ない地域のひとつである。地区一帯は斜里岳の活動による火山砕屑物が厚く堆積した砂質の火山性土壌であり，一般に透水性はよい。この丘陵を造成対象

地として，山成草地 428 ha，山成畑 698 ha，改良山成畑 294 ha，計 1,420 ha の農地開発が計画・実施されている。主要作物は馬鈴薯，甜菜，小麦，飼料作物である[4]。

(2) 調 査 圃 場

調査圃場は，Fig. 1 のごとき凹状を呈しており，地表流去水はいったん圃場中央の凹部に集められた後，凹部の勾配に沿って下流端に設けられたシュート工に導かれる。また，圃場上方農地からの侵入水は草生承水路により排除されるため，圃場外からの侵入水による影響は受けない。1985年9月12～13日の調査時点においては，圃場面上流側より麦，馬鈴薯がほぼ縦うね状に作付けされていた（下流側は裸地状態）。麦は草丈が5 cm ほどで，植被による侵食抑制効果はほとんど期待できず，また馬鈴薯はよく繁茂した状態であった。

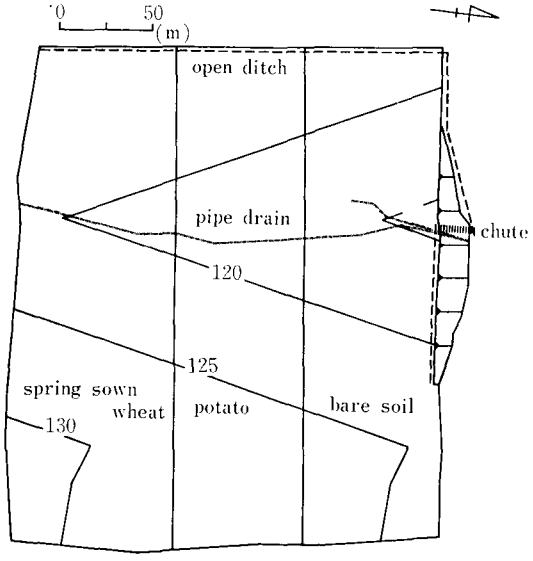


**Fig. 1.** Illustration of the investigated arable land (Syari-sanroku).

(3) 侵 食 状 況

調査直前の9月1日に 40 mm，8日に 54 mm，10日に 16 mm の降雨があり，圃場面にはこれらによるとみられる侵食跡が多数認められた。

調査圃場上部の麦畑は，前述のように植被による侵食抑制効果がほとんど認められず，傾斜方向，すなわち作付け方向にリルが生じていた。これら麦畑のリルによって流亡した土砂は，凹部下流側の馬鈴薯畑のうねによって多くが捕捉されたと推定される。堆砂形状の計測より，堆砂量は概略 6.6 $m^3$，単位面積当たりに換算すると 2.66 $m^3$/ha に相当する (Fig. 2)。

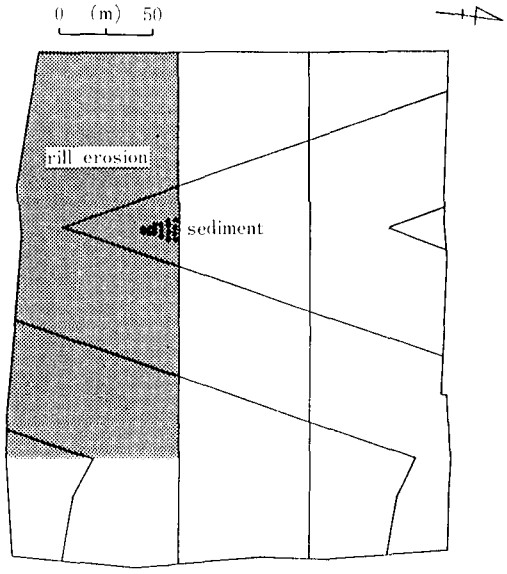


**Fig. 2.** Sedimentation by rill erosions (Syari-sanroku, 1985. 9. 12).

中央部の馬鈴薯畑でも，うね間に侵食が発生していた。この侵食土砂はうねにそって下流側へ流亡しているものの，うね立てが高いのでその多くが圃場内で捕捉されていると推定される。同様に，圃場下流側の裸地でもかなりの水食状況を呈していたが，とくに凹部に集まった流去水が上流からの流去水と合流して，シュート工直前の圃場下端（最低位部）にガリを発生させ，大量の土砂を圃場外へ流亡させている。この部位は，これまでにも数回にわたる崩壊履歴があり，この圃場がかかえる問題点の一つとなっている。

本調査圃場における侵食の原因としては，以下の点が考えられる。

① 圃場面積が大きいうえ，圃場形状が凹型になっているため，地表流去水が一箇所に集中する。

② 縦うね栽培であるため，うね間に地表流去水が集中して侵食ポテンシャルが高まる。

③ 作物による地表被覆効果がほとんど認められない。

④ 表土が粘着性の低い火山灰質砂であることから，水食性に対する抵抗性（耐水食性）が小さい。

これらの対策としては，圃場内の地表流出水を停滞あるいは減少させる効果のある横うね栽培の実施，凹部に集中する表面流去水の分割排水，マルチング，さらには圃場形状の改変などが考えられる。また，地区外への土砂流亡に対する防災対策（土砂扞止林，沈砂池等）も必

要であろう。

## 2. 南後志地域

### (1) 地域の概要

南後志地域では，寿都町と黒松内町，島牧村にまたがる月越原野の標高100～400 mの丘陵地で農地開発がすすめられている。年平均気温8.3℃，年平均降水量1,253 mmである。土壌は，古期火山灰を母材とする下層台地ローム質褐色火山灰性土である[5]。

### (2) 調査圃場

調査は，Fig. 3に示す59 A-3～5圃場（これらを総称して59 A圃場と呼ぶ），59 B-2～8圃場（59 B圃場）について行った。圃場は，緩やかな傾斜（約1°～5°）の改良山成畑であり，承水路，排水路等の排水施設の他に沈砂池や谷止め工などの貯砂施設も配置されている。

### (3) 侵食状況

調査は1985年8月27～29日および10月2～4日の2回行ったが，とくに10月の調査時に著しい水食の発生が認められた。これは，9月1日（110 mm），7日（98 mm）の雨によるものである（この雨は圃場面だけではなく，さまざまな箇所に被害を与えた）。1984年度に造成が完了した59 A圃場は，水食抑制のため牧草が栽培されていたが，十分な生育をみないうちにこの豪雨に遭遇した。また，59 B圃場は造成作業が進行中であったため，裸地状態で豪雨に遭遇している。

59 A圃場面には，傾斜方向に沿って多くのリルが発生していた。個々の侵食溝はそれほど大きなものではないが，数が多く全体の流亡土砂量はかなりのものになると推測される。Table 1は，59 A-4圃場に設定した試験区内でのリルの形状測定結果を示しているが，圃場面の30～50%がリル侵食による表土の剥脱を受けたことになる。こうした状況が出現した主原因は，何より危険降雨の発生にあるが，その他圃場条件からの誘因を以下のように列挙することができるであろう。

① 作物による被覆が十分ではなかった。

② 作業機が傾斜方向に走行しているため，その軌跡に沿ってリルの発達が助長された。

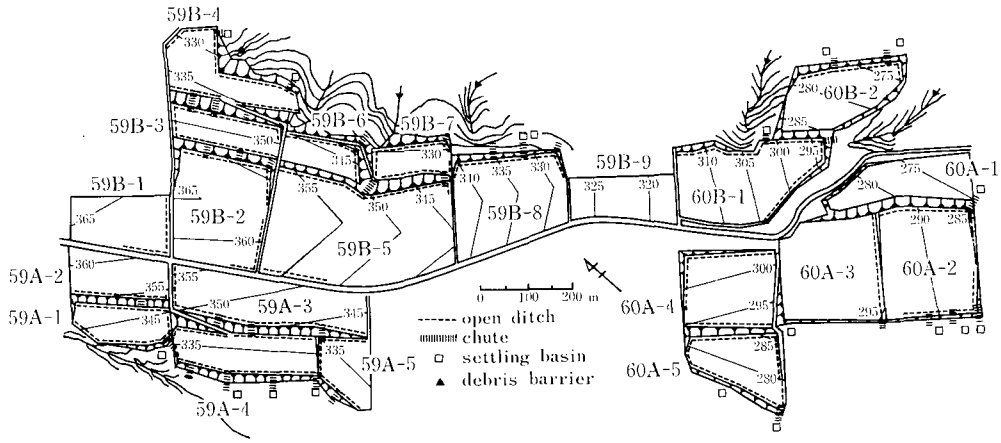


**Fig. 3.** Investigated arable lands and situation of the sediment control constructions (Minami-siribesi).

**Table 1.** Rill erosion on sloping arable land

| measured line | line length a (m) | total width of rill cross sections b (m) | total area of rill cross sections c ($m^2$) | average depth of rills d (m) | rate of damage by rills b/a (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 30.00 | 15.30 | 0.382 | 0.03 | 51 |
| B | | 9.30 | 0.125 | 0.03 | 31 |
| C | | 11.40 | 0.414 | 0.04 | 38 |
| D | | 11.80 | 0.389 | 0.03 | 39 |

③　圃場上端の承水路が堆砂したことにより流下水が溢れ出し，2次発生的なリルが形成された。

一方，59 B 圃場は裸地状態であるにもかかわらず，圃場面の侵食被害は軽微であった。これは，排水促進のため圃場内に設けられた浅い溝切りが，侵食防止に極めて有効であったことによるとみられる。この溝切りは，圃場中央部にほぼ等高線方向に施工されていて，圃場面の地表水を速やかに承水路，あるいはシュート工に導いている。ただしこれは施工中の臨時措置であり，この段階では有効な手法であるが，実際に営農が開始してからの地表水処理に問題が残される。

その他の問題点として，地区内に設けられた施工中の道路が流去水の集水路となり，土砂流亡が生じている事例が59 B 圃場でみられた。これに対して，路面を保護し側溝を設けるなど整備された59 A 圃場内の道路では被害はみられなかったことから，完成後は問題は小さくなると思われる。

造成過程にあっては，排根作業や土工作業に伴って自然植生が剝がされるなど，地表が攪乱されている。こうした状態での土壌は耐水食性が低く，格好の土砂発生源となりやすい。造成時は地表攪乱の範囲を最小限にして土砂扞止林を最大限活用するとともに，施工上裸地化した部分は造成後すみやかに作物栽培を行ない植被保護をすることが望ましい。

## III.　造成圃場法面の安定性

改良山成畑の造成では，切・盛土工量が極力一致するように施工されるため，必然的に盛土法面が形成される。一般に，施工直後の盛土法面は切土法面より不安定である。このため，とくに盛土法面の形成後に種子の吹付けを行ったり，張り芝・土留柵工等の法面保護工を行うことが多い。しかし，これらの保護工にもかかわらず法面崩壊，侵食等が発生する場合がある。法面の崩壊・侵食は，法面のみならず圃場全体の安定性低下につながるため，非常に重要な問題である。そこで南後志地域における現地調査により，実際の法面崩壊・侵食状況を把握するとともに，地盤の状態（強さ）を調べることによって法面の安定性を検討した。

### 1.　法面侵食実態

調査は，1985年10月3～5日と1986年10月8～9日の2度行ったが，1985年の調査では59 A-3～5 圃場（造成が完了して畑面には牧草栽培，盛土法面には張り芝）を，1986年の調査では59 A-3～5，59 B-2～8 圃場（同様）と59 A-1～2，60 A-1～5，60 B-1～3 圃場（造成中のため畑面・法面とも裸地状態）を対象に行った。

(1)　法面崩壊のパターン

59 A-3～5 圃場の法面崩壊は，形態の違いから①ガリ侵食②浸透破壊③法肩破壊の3パターンに分けられた。

①は圃場面の地表流去水が集中流下することによって生じる。主にシュート工部位，あるいは圃場低位部法面で発生している。シュート工洗掘による崩壊は，推定容積167 m³という大規模なものもあり，法肩承水路～シュート工の排水能力およびシュート工自体の形状等が検

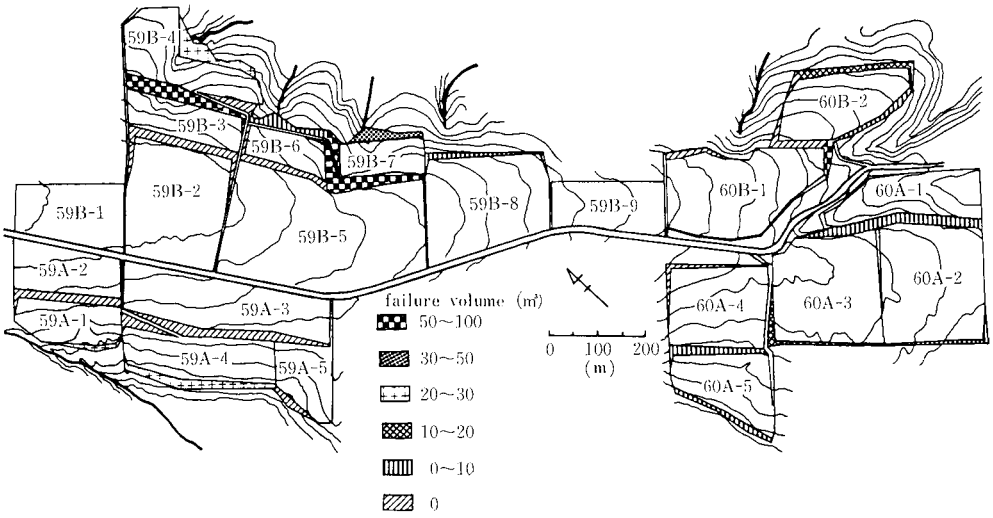


**Fig. 4.**　Degrees of seepage failure on banking slope.

討されなければならない。

② は圃場面で浸入した雨水が浸透して法面で湧出することによって生じる。主に法面の中腹部に発生していて，浸透破壊部の上端はほぼ横一線に並ぶ。これは，盛土施工時の打ちつぎに起因するものと考えられ，承水路や暗渠などの機能とあわせて検討する必要がある。ちなみに，59 A-4，59 A-5 圃場の法面張り芝は，空中写真による判定から面積で約4割が損傷を受けていることが認められ，そのほとんどがこの浸透破壊によるものとみられる。

③ は法肩の承水路から越流した流水によって生じる。法肩部を越流洗掘し，下部の張り芝を剝脱する。この原因は，法面に設置されているシュート工の間隔が大きすぎることや呑みロの容量不足，堆砂による法肩承水路の通水性低下などにより，流出水のオーバーフローが生ずることに起因する。

(2) 浸 透 破 壊

法面浸透破壊の実態把握を主眼とした調査で発生箇所の確認を行うとともに，その盛土法面長，破壊規模および法肩から破壊部までの距離などの計測を行った。調査時点で，浸透破壊の発生は合計 114 箇所であった。各法面の浸透破壊の被害規模を崩壊容積で表示したのが Fig. 4 である。図より，谷部を盛土して造成した圃場の法面に被害の大きいことがわかる。また個々の浸透破壊部の崩壊容積 (Fig. 5) についてはガリのような大きなものはなく，約 86% が 5 $m^3$ 以内と小規模なものとなっている。浸透破壊の発生位置については，盛土法面長が 4.6～29.1 m，平均 14.7 m の調査事例の中で，約 80% が法肩から 4～12 m の所で発生している (Fig. 6)。これらの傾向は，浸透破壊発生原因が施工条件となんらかの関係を有することを示唆している。

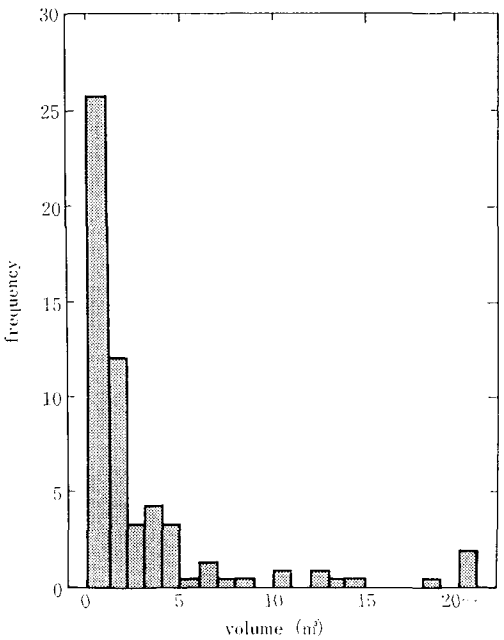


**Fig. 5.** Volume of seepage failures.

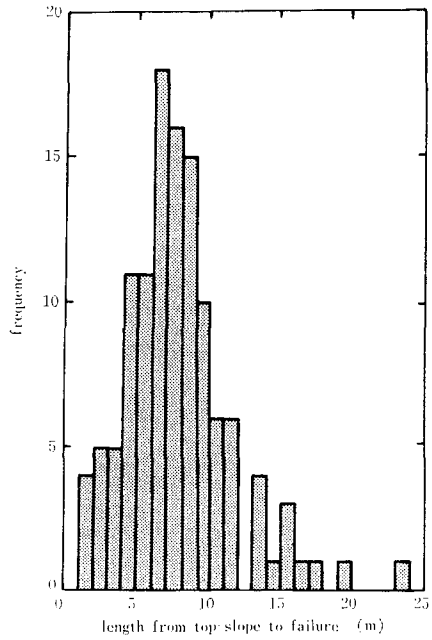


**Fig. 6.** Situation of seepage failures.

## 2. 法面の地盤の状態

浸透破壊の発生原因を法面の状態から検討するため，地盤の強さを調査した。調査に用いた簡易貫入試験器を Fig. 7 に示す。測定は，5 kg のウエイトをガイドロッドに沿って 50 cm 落下させ，これをコーンが 10 cm 程度貫入するまで繰り返し，その時の貫入量 ($d$ cm) とウエイトの落下数 ($N$ 回) からその深さの貫入値を求める。これを連続的に繰り返し，所定の深さになるまで，あるいは落下数 10 回で約 2 cm しか貫入しなくなるまで行う。貫入値は $N/d \times 10$ (回/10 cm) で表し，これを $N_c$ 値と呼ぶ。この値は，標準貫入試験値との相関が高く[6]，その場所の強さを表わす指標と考えることができる。

試験は，1986 年 8 月 21 日に南後志地区の原地盤および 59 A-4 圃場の畑面・法面について行った。また 59 A-4 圃場の法面については，9 月 7 日にも行った (9 月 2～5 日に 116 mm の降雨)。結果の一例を Fig. 8 に示す。造成地盤では原地盤に比べて切土・盛土部とも上層より下

層の $N_c$ 値が非常に高い。それに比べ盛土法面の $N_c$ 値は深部まで低い。法面の $N_c$ 値が低いことは，必ずしも保全上の問題点とはならない。そのことは，保全上極めて安定した原地盤の $N_c$ 値が低いことからも明らかである。問題は，畑面の $N_c$ 値が作土層以下で非常に大きな値となっているのに対し，法面は深層まで低い $N_c$ 値を示すギャップにある。つまり，畑面で浸透した雨水が $N_c$ 値の高い層に沿って横浸透し，$N_c$ 値の小さい法面から湧出したときには，法面を破壊する可能性があるからである。

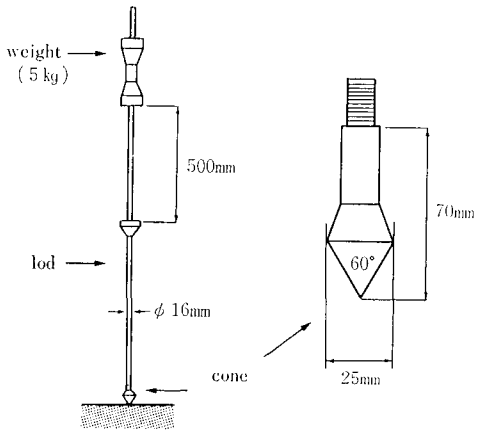


**Fig. 7.** Cone penetrometer.

また Fig. 9 は，8月21日，9月7日における法面の $N_c$ 値分布を示している。なお，ここでの境界値 ($N_c$ 値=5) は地盤強さの相対的な区分の指標にすぎない。降雨の前後において，法肩から斜面長約 13 m までの法面上部で $N_c$ 値の低下が認められる。このことは，浸透水による法面地盤の強さの低下が法面上方部からあらわれて

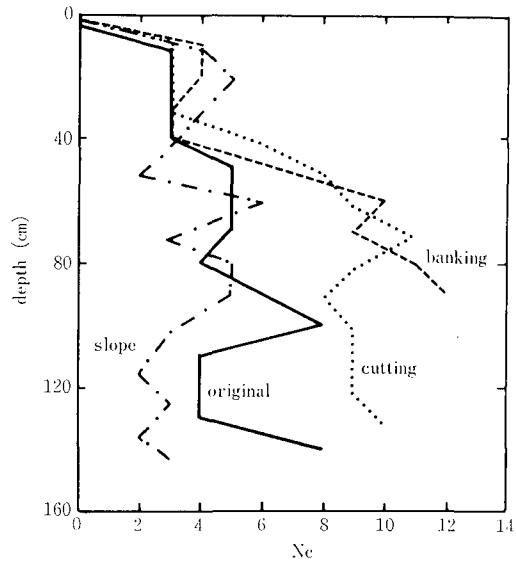


**Fig. 8.** Cone penetration value ($N_c$) of reclaimed field foundations.

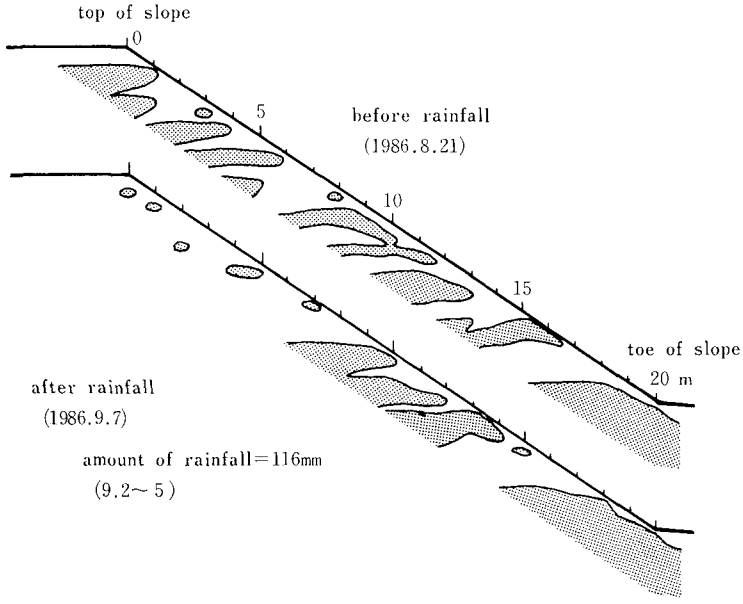


**Fig. 9.** Conditions of banking slope before and after rainfall (shaded; $N_c \geqq 5$, Minami-siribesi).

いることを示している。

法面成形は施工的に難しく，地盤の均一性が確保されがたい。そして，圃場面からの浸入水が作用して浸透水圧がかかった場合，法面の弱い部分で破壊する可能性がある。また，この破壊には圃場の難透水性土層の存在が大きく影響していると考えられる。

## IV. 防災施設の機能

南後志・斜里山麓の調査圃場には，それぞれ Fig. 1, 3 のように防災施設が配置されている。防災施設は，主に排水施設と貯砂施設に分けられる。排水施設は，作物生育ならびに農作業機械の走行に対して過剰な地表水や地中水を排除することを目的とするが，同時に侵食防止効果にもつながる。両地区の排水施設には，地表水に対する承水路やシュート工，地中水にたいする暗渠等がある。一方，貯砂施設は圃場内あるいは団地内で発生した流亡土砂の他地域（下流域）への影響軽減を目的として設置されている。ここでは，踏査によって得られた資料をもとに，防災施設機能について検討を加えた。

### 1. 排水施設

南後志の承水路は，各圃場の法肩と法尻に圃場を囲む形で配置されている。草生水路であるため，流水中の土砂が堆積しやすい。そのため土砂流亡防止には有効であるが，その反面堆砂による通水性低下により流出水が越流し，侵食・崩壊の発生原因となることがある。59 A-3, 59 A-4, 59 A-5 圃場の法肩の承水路と 59 A-4 圃場上部法尻に設けられた承水路のほとんどが，堆砂により機能は低下あるいは停止していた（1985 年 10 月 3～5 日）。圃場上端の法尻に配置された承水路の堆砂によって流出水は圃場面にオーバーフローし，多くのリルを発生させた。また，法肩の承水路の堆砂は流出水の速やかな排水を妨げることになり，法面の浸透破壊，越流による破壊，洗掘によるシュート工崩壊等の原因となる。承水路内の堆砂は圃場面侵食が原因であるため，根本的には圃場の侵食抑制対策が必要である。また定期的に排砂を行い，場合によっては通水断面を拡げるなどの措置も必要となる。

承水路により集められた流去水を速やかに圃場外に排除するシュート工も，その容量，配置，施工方法が適切でなければそれ自体がガリ発生箇所となる。南後志の 59 A-4, 59 A-5 圃場法面に発生したガリ，斜里山麓のガリは，この種のものであろう。

### 2. 貯砂施設

南後志に設置されている沈砂池は，そのほとんどがシュート工直下に設けられており，シュート工が崩壊すると沈砂池も堆砂などの影響を受ける。沈砂池は排砂を行えば機能が回復することから，とくに造成期間中および造成直後までは十分な維持管理を行うことが必要である。

また，59 A 圃場では流亡土砂は沈砂池のみで処理する計画となっているのに対し，59 B 圃場では 3 基の谷止め工（フトン籠ダム）が設置されている。谷止め工は沢の上流部に設置されるが，一般にその場所は急傾斜面に囲まれている。そのため設置場所までの急斜面に作業道を切り開く必要がある。この作業道が流亡土砂の発生源ともなりかねないため，施工過程までも十分配慮した計画・設計が必要である。

## V. まとめ

改良山成造成農地における保全上の諸問題について，北海道内 2 地域での各種調査によって検討を行った。

強い降雨に伴い，傾斜圃場面には様々な規模の水食溝が発生する。その原因は，圃場形状・作物栽培方法・土の性質・排水施設等にある。とくに，地表水の合理的な排水が水食防止上もっとも重要であると考えられる。

また，傾斜圃場下部に形成される法面では，ガリ侵食，浸透破壊，法肩破壊などの崩壊パターンが認められた。浸透破壊については，発生位置・規模に一定の傾向がみられた。発生位置については，約 8 割が法肩から約 4～12 m のところに集中していた。また，規模については，9 割近くが 5 $m^3$ 以内であった。

貫入試験による調査の結果，法面の強さは圃場面に比べて小さく，また深さ方向で強弱のバラツキがみられた。また，降雨前後における貫入試験の結果，降雨浸透に起因すると考えられる貫入強さの低下が法面上部に認められた。

本研究を進めるに当たり，調査の実施に際して御便宜と御協力をいただいた関係諸機関の各位に厚くお礼申上げる。また現地調査で多くの協力を得た土地改良学教室専攻学生諸君に深く感謝する。

本報告は，南後志地区・国営農地開発事業専門委員会における討議からも多くの示唆を得た。記して謝意を表する。

## 引用文献

1. 農林水産省構造改善局： 新しい構造政策の展開—農地政策と基盤整備—：19-33, 地球社, 1985

2. 農政審議会：21世紀へ向けての農政の基本方向，1986
3. 長沢徹明・梅田安治・水谷 環：積雪寒冷地域の傾斜農地における融凍期の侵食問題，北大農学部邦文紀要，**15**(3)：282-292，1987
4. 北海道開発協会：農用地開発付帯防災施設調査―斜里山麓地区―：1-19，1985
5. 北海道土地改良設計技術協会：北海道における農地造成と保全 ―南後志地区地域環境変化等調査解析業務報告書（昭和60年度）：1-30，1986
6. 小山田吉孝・桂島和之・山口健一・関 宣広：関東ロームにおける簡易貫入試験の利用方法について，第20回土質工学会研究発表会講演集：31-41，1985

**Summary**

Conservation problems with agricultural land reclamation at improved slope were surveyed in two districts in Hokkaido.

Various types of erosion by heavy rainfall occur on reclaimed fields. The causes are field form, cultivating methods, soil properties, and drainage installations. Rational drainage of the runoff is the most significant in water erosion protection.

The surveys established a number of patterns of slope destruction, gully erosion, seepage failure, and sheat erosion of the top of slopes. Seepage failure depends on the situation and scale. About 80% of the seepage failures occured 4 to 12 meters from the top of slopes, and about 90% of the failure volumes were less than 5 $m^3$. Seepage failures can be related to construction methods.

By the cone penetration tests, it was confirmed that $N_c$ values are large at deep layers of reclaimed field foundations but the values are small and fluctuating at banking slopes. The $N_c$ values at the upper parts of banking slopes decrease after rainfall. It indicates that the bearing capacity of banking slopes may be decreased by rainfall-seepage from the top of the slopes.