

砂川捷水路模型実験の概要

江利川 喜一* 竹本 成行**
森田 勇** 長坂 忠孝**

石狩川は砂川市付近でS字状に蛇行しているが、ここに捷水路を開削する計画が立てられた。この計画によると現河道延長7,300 mの間の2つの弯曲部に敷巾120 mの第1新水路（下流側）と第2新水路（上流側）とを連続して掘削するもので、新河道延長は約3,600 mを短縮されることになる。この場合の水理状況と河床の変動状態を検討するために模型実験を行なっているが、ここには固定床模型による実験の概略について述べる。

捷水路は料標 $T_1 \frac{5}{1}$ から $\frac{0}{87}$ までの区間に計画され、いろいろ検討の結果図一に示すような法線とし、水路の敷巾は120 mとする方針に決まっているので模型は料標 $\frac{5}{81}$ から $\frac{0}{88}$ までの区間をとることとした。模型縮尺は水平 $\frac{1}{200}$ 、垂直 $\frac{1}{50}$ として昭和31年測量の横断面図（間隔500 m）および31年作製のコンター図（縮尺 $\frac{1}{10,000}$ ）を使用して模型を作製した。模型河床はあらかじめ刷毛仕上げしたモルタル面に粒径3～5 mmの砂利をセメントペーストで張りつけたものとした。捷水路に近い奈井江大橋（料標 $\frac{8}{76}$ ）における流量観測資料から得られる現地河川の粗度係数は低水路でほぼ0.023であり、高水敷の粗度係数は改修計画を参考にすると0.050であるが、Froudeの相似律から決まる模型の粗度係数はそれぞれ低水路で0.024、高水敷で0.052とする必要がある。このため、上述のように河床に砂利を張りつけて検証実験を行ない、ほぼ所要の粗度係数を得られることを確かめた。

模型区間の計画高水流量は39年度に7,800 m³/secに改訂されたのであるが、計画高水位は現在検討が進められており、旧計画高水流量6,680 m³/secに対する水位は決まっている。一方、実験流量は設備の能力から最大流量を5,300 m³/Sとし、このほかに2,500 m³/S、2,000 m³/S、1,500 m³/S、1,000 m³/Sの4種類を選んだ。各流量に対応する模型下流端（料標 $\frac{5}{82}$ ）の水位を決定するため流量1,000 m³/S、1,500 m³/S、および2,500 m³/Sについて奈井江大橋から不等流計算を行ない、これに流量6,680 m³/Sの改修計画の水位を加えて模型下流端における水位・流

量曲線を作り、これを用いて各流量に対する水位を決めた。

捷水路の計画法線、水路敷巾は上述のように決められ計画河床高も決まってはいるが、横断面図から捷水路上下流端の現況河床を調べると下流端では現河床がほとんど計画河床に一致し、上流端では現河床最深部で計画河床より2 m程度高くなっている。そこで実験では水路敷巾を120 mとして捷水路上流端の敷高を現河床最深部にとり、下流端河床高との間を一定勾配ですりつけた場合（河床（I））と計画河床とした場合とに区別し、さらに比較のため河床（I）で水路敷巾を90 mとした場合および現況河道の4種類を対象とした。

現況河道では流量2,500 m³/S以下について実験したが、弯曲部の流速が大きくなること、弯曲部の上流で水位が上昇することなど現地河川における経験とよく一致する。

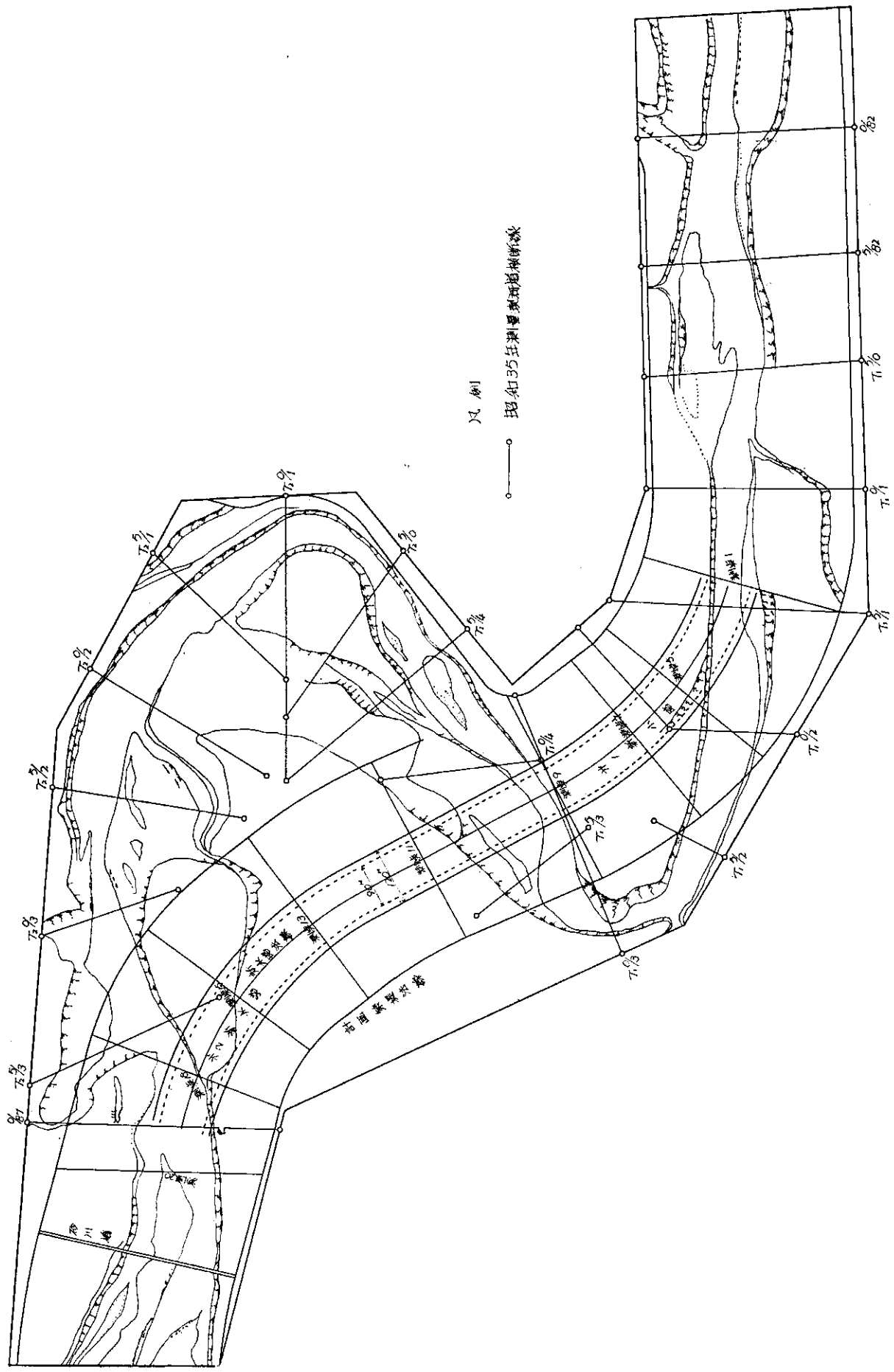
また、流量1,500 m³/Sと2,500 m³/Sについて不等流計算した水位と実測水位とがよく近似していることも確かめられた。

捷水路の敷巾が120 mで河床（I）のときは少なくとも流量2,500 m³/Sまでは高水敷上を流れる状態にはならず、水面勾配は捷水路上流部で大きくなること、この場合には呑口左岸部に渦が発生して流入を阻害すること、流量5,300 m³/Sのときには高水敷は一部を除いてほとんど冠水するようになるが、低水路部分の流量が多いために最高流速が6.5 m/S程度になる箇所があり、水面勾配は捷水路の上流部で大きくなることなどがわかった。各点の測定水位は図一に示すとおりである。

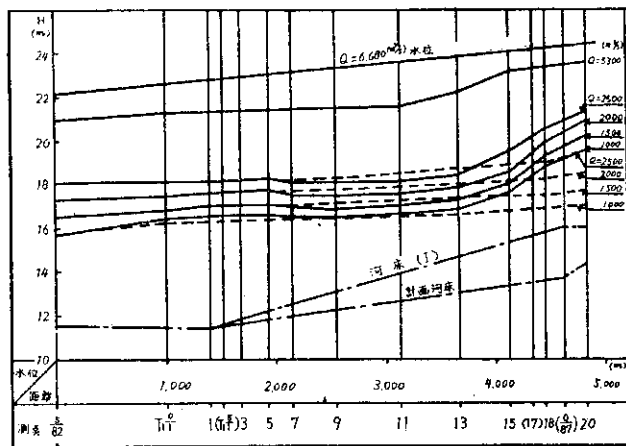
捷水路の敷巾が120 mで計画河床の場合には流量2,500 m³/Sまでの実験によると、水面勾配は全体に緩やかになり流速も小さい。もちろん2,500 m³/S以下の流量は全部低水路を流れる。図一に各流量に対する測定水位を破線で示した。

捷水路の敷巾が90 mで河床（I）のときには低水路断面積が過少で高水敷が高いために捷水路の上流部で水面勾配がとくに大きくなり、捷水路より上流の現河道の水位は著しくせきあげられて、流量5,300 m³/Sのときの捷

*河川研究室副室長 **同室



图一1 砂川取水模路平面型图



図一 各測点の水位 (捷水路 敷巾120m)

(注) ——河床(I) (新水路上流端敷高を現河床にすりつけた場合) に対する水位
 -----計画河床に対する水位

水路上流端の水位は流量 $6,680 \text{ m}^3/\text{S}$ の対する改修計画の水位とほとんど一致するほど上昇することがわかった。

以上の測定水位を用いて捷水路の上流の測点 $\frac{0}{87}$ にお

る水位・流量の関係を調べると、捷水路敷巾 120m で河床 (I) の場合には測定値から推定した流量 $6,680 \text{ m}^3/\text{S}$ に対する水位は改修計画の水位より 0.2m 程度高くなり、敷巾 120m で計画河床の場合の流量 $6,680 \text{ m}^3/\text{S}$ に対する推定水位は改修計画の水位より 0.3m 程度低くなるものと考えられる。したがって、流量 $6,680 \text{ m}^3/\text{S}$ の水位を改修計画の水位より高くしないためには捷水路上流端河床を現況の最深河床より低くするのが一方法であるが流量 $5,300 \text{ m}^3/\text{S}$ の流況から類推して高水敷を一部すきとって低水路部分の流量負担を軽減し河岸の維持を容易にすることもあわせて考慮すべきであろう。

実験は40年度に継続して行ない、移動床模型によって河床の変動状態を検討する予定である。本実験の詳細は「砂川捷水路模型実験報告」(河川研究室)にまとめて報告した。

終わりに模型製作に使用した図面および水理資料はすべて石狩川開発建設部より提供して載いたことを記して深く感謝する次第である。

笹地の草地造成法

＝蹄耕法とデスクハローによる試験から＝

吉田 亨* 藤井 義昭**

草地の造成方式については、近年いろいろと検討されており、重作業にトラクターを用いる大がかりな機械開墾方式はもとより、家畜の蹄と口による不耕起方式に至るまで、多種多様の試みが行なわれている、筆者らも昭和36年以来天塩郡幌延町において「笹の密生した傾斜地」で草地造成する方法について試験してきたのでその概要を紹介する。

この試験の対象となった「笹の密生した傾斜地」とはエゾネマガリ (ネマガリダケ) がきわめて密に群生しているところで、草丈 1.5~2 m、葉数 14~15 枚、葉長 24~25 cm、茎の太さ 0.7~0.8 cm、生重量は 1 m^2 あたり 1,300 g であった。

このような笹地帯で、しかも傾斜地を対象とする場合には、従来方式の立木の「伐採→障害物の除去→開墾」

画一的な工程では、造成作業がきわめて困難なため若干変更する必要がある。

(最初に行なう作業)

ネマガリダケの密生地は歩行すら困難なことから、立木の伐採や搬出に、多くの労力を必要とする。もし立木を利用しない場合は、むしろ立木も笹も伐採しないでただちに火入れを行ない、笹を焼いてしまうことである。さいわいこれらの笹は生のままでもよく燃えるので、ていねいに行なえばほとんど完全に焼きつくことができる。北海道では5月中~下旬が気候もよく、また乾燥期なので、延焼に注意すれば火入れの時期としては最も適していると考えられる。もちろん6月以降でも4~5日の晴天の後ならば、十分に火入れ作業を行なうことができる。

この火入れ作業で最も労力のかかるのが、火防線を設

*土壌保全研究室長 **同室

ける仕事であって、筆者らの経験では、これに要する労力は10 aあたりの面積を伐開するのに、地形、障害物の程度、笹の密度の大小によっていくぶん異なるが、およそ延12~13人工は必要である。火防線を設けた後は焼き払うが、1 haに2~3時間もあれば大体終わらせることができる。

(開墾方法の選択)

火入れ後は地形条件、埋木や抜根の程度にしたがって大型ハロー（重デスク・ハローやオフセット・デスクハローなど）を用いて表土を攪拌するか、あるいは家畜の蹄と口を利用すれば、放牧型の草地在り造成される。もし平坦地であれば、従来のトラクターによる開墾方式（耕起・碎土）によって容易に造成される。

ただネマガリなどの笹の密生地は、笹の根が密であるからプラウなどの牽引には、普通の場合より力の強い機種を選ぶ必要がある。ことに土壌が重粘性地では装軌型



写真一 幌延圃場の放牧造成（立木伐採、火入れ）

トラクターが一般的のようである。またこのトラクターによると傾斜地でも斜面に起伏がなく、単一な地表面であれば、10度位の土地でも下方に向かっての起土は可能である。

起土のあとはローターベーターを2回掛ければ、播種床は十分に造成され、デスクハローを用いる場合は少なくとも5回は掛ける必要がある。この造成法による牧草生産量は、当試験地の例では、生草で10 aあたり年間4.5~5 Tonをあげることができた。

さて傾斜面が起伏に富んで、トラクターの走行が困難な場合や、障害物の除去に多額の経費を必要とする場合は、次の方法によって放牧用草地在り造成することができる。

(家畜による方法)

最近では地形、土壌、経費などの面から、トラクターによる画一的な造成が困難か、または不可能な地帯において家畜の蹄と口を利用し、牧草の成育と野草の再生を抑えて放牧用草地在りを作る方法が奨励されており、蹄耕法あるいはNZ法と呼ばれている。蹄耕法についてはここでは詳細を省略するが、筆者らの行なった経験から、笹の密生した場合の要点を一応紹介する。

立木は適宜伐採するが、10 aあたり2~3本は残しておいたほうがよいと考える。放牧牛はアブやダニなどに刺されるためか、よく頭や横腹をこするが多くの場合は牧柵にこすっている。立木の適当な存在は牛のためには有用な道具となるのである。

牧柵を設けたあとは酸度きよう正、施肥、播種、ストックキングを行なう。酸度きよう正に必要な炭カル量は、土壌によって大幅に異なるので一概にいえないが、



写真二 ネマガリダケの密生地

十分に酸度きよう正をする。とかく牧草に対する施肥は軽視されがちで、せっかくの草地を荒廃させてしまう例は少なくない。炭カルルの必要量の一例を示すと、北海道の北部に分布する重粘性土壌では10 aあたり600~1,000 kgである。

施肥量も土壌によって異なるが、基肥は磷酸質肥料を主体とした施肥設計による(たとえば10 aあたり窒素4~5 kg, 磷酸10~20kg, 加里3~6 kg)。草種はオーチャドグラス, ペレニアルライグラス, ラデノクロバーなど、放牧用草種といわれているものを選び、10 aあたり3~4 kg 用いる。

この造成法では、表土は未処理であるので笹の再生力は旺盛であって、管理が不十分であればたちまちもとの笹地と化してしまふ危険がある。この試験では、5月下旬に火入れをしたが、8月下旬には笹は盛んに再生し、1 m² 内に約40本、その重量は約400 g となり、9月中旬には約90本、また重量は1,300 g にもなった。

それで少なくとも造成当年はよく管理しなければならないが、その要点は笹の新芽のうちに、家畜に採食させてしまうことである。この試験によると、緬羊でも牛でも同様であるが笹一色のところへ放牧させれば葉の茂った笹でもよく採食するが、笹の混った収草地においては収草のみを採食して歩き、笹をなかなか採食しない。最後に採食する頃には牧草地の蹄傷がひどくなるものである。したがって笹がまだ新芽のうち草丈にして10~15 cm 伸びた頃に(笹の新芽の産量は10 aあたり60~70 Kg になる)放牧させるとよく採食する。

緬羊を使用した例では、牧草の草丈がイネ科で11~

12 cm, マメ科で3~5 cm のときは、牧草はほとんど採食されないが、笹はよく採食され、その採食の割合は10 aに12頭の緬羊を1日放牧すると、放牧前の60~70%を採食する。しかし牧草が20~30cm で、これと同程度の成育を示す笹の混った草地では、牧草の採食割合が大きく、笹はなかなか採食されない。

したがって笹の若いうちに放牧させるようにするが、この場合は幼牧草の蹄傷を軽減させるために、放牧期間は1~2日間程度の短期間とし、牧区面積に見合った頭数の家畜を入れることである。このような放牧を造成当年内に3回位行なう。このような管理によって再生してくる笹のために牧草が阻害されることはないが、少なくとも2年目の前半までは同様な放牧管理を行なう必要がある。

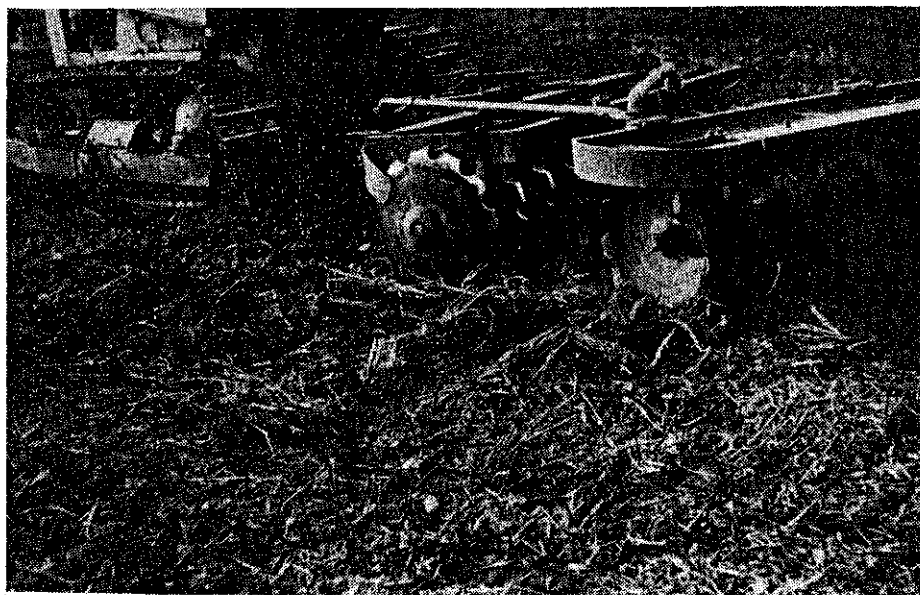
2年目は春先に追肥を行ない、草丈がイネ科で25 cm 前後になったとき、放牧を行なうようにする。2年目でも笹その他の雑草が再生してきて、とくに春先は牧草より成長の早い草が多く出るから、第1回目の放牧は遅れないようにする。この試験では第1回目の放牧は5月下旬であったが、牧草率は40~60%で、放牧日数を重ねるにしたがって牧草率は上昇し、4回目(7月下旬)には80~90%に達した。

また笹以外の雑草(ダイオウ類, ヨモギ, タンポポ)は、2回目の放牧で著しく減少した。このように2年後半には笹の再生量は少なくなって、牧草率の高い草地とすることができた。

(大型ハローによる方法)

筆者は大型ハローとしては重デスクハロー(重量2.5 Ton) やオフセット・デスクハロー(重量1.5 Ton) などを用いて試験した。

大型ハローを使用する目的は、その重量を利用して笹の根を十分に切断し、笹の再生を極力抑えることと、表土を攪拌することによって、笹の落葉堆積物を土壌と混和し(笹の落葉堆積物の厚さは、未分解の落葉が1cm位その下には分解が進んだ繊維質物が2cm位堆積している)、牧草の活着をよくすることにある。



写真一三 オフセット・デスクハロー掛け

この作業にはオフセット・デスクハローでも、十分に使用できるのがわかった。

この試験地では、キハダやシラカバなどの稚樹があったが、直接火入れをしたので、火入れ後それらの伐採と埋木の除去など跡地整理を行ない、装軌型トラクターでこれらの大型ハローを索引した。

重デスク・ハローは牽引するときの抵抗が大きく、傾斜面が9度以上にもなると、トラクターの走行が相当困難であったので下降作業のみを行なったが、オフセット・デスクハローは斜面の登はん、および下降の両方向においても同様に碎土作業ができて、この機種でも十分に使用できることがわかった。

オフセット・デスクハローは、1回掛けでは笹の根の切断は不完全であり、少なくとも2回は掛ける必要があって、これにより耕深は5～7cmとなり、笹の根もよく切断され、また表土の攪拌状態も良好であった。3回掛けも行なってみたが、耕深は2回掛けより深く5～10cmとなり、碎土、碎根の状態も向上した。

しかし3回掛け区の牧草収量は2回掛けと大差はなかった。この作業に要する時間は、重デスクハロー1回掛けでは、10aあたり約25分、オフセット・デスクハロー2回掛けでは30分、同じく3回掛けでは50分位であった。

このように表土を処理した後、慣行どおり酸度きよう正、施肥、播種、鎮圧を行なった。鎮圧はカルチバッカー（重量1.5Ton）を用いて2～3回掛けるが、この場合、笹の根が地表に露出する機会が多いので、カルチバッカーがよくかからないきらいがあり、トラクターはゆっくり走行させる必要がある。

この造成方法による場合は、表土を未攪拌で造成した場合より、笹の再生は弱い、それでも放っておくと牧草成育を著しく阻害するから適度に放牧して笹を抑えることが必要である。

2年目は先の家畜による方法の項で説明したような、

放牧管理を行えばよいわけである。

（牧養力について）

以上述べてきたような方法で、造成される放牧地の牧養力は、従来の開墾方式（起土、ローターベーター）と比べて、造成当年は雑草もよく再生するためか、概して牧草の生産量は低い傾向を示すが、2年目では牧草率が上昇し、ほぼ大差ない収量が期待される。

この試験結果によると、草種がオーチャドグラス、ペレニアルライグラス、ラデノクロバミ混播草地で、前記のとおり造成法では、2年目に育成牛（生後8～12カ月）を5月中～下旬から9月中～下旬（この地方での放牧可能期間）までの4カ月間放牧した結果は、1頭あたり20aあれば120日位の飼養が十分にできることが明らかとなった。この場合、昼夜放牧で鉱塩を常置するのみで補助飼料を用いていない。

また放牧しないで刈りをした成績では、2年目で年間4回刈りして4～4.5Tonの生草が生産されているから、良好な牧草地が造成されたことがわかる。ただしモアアで刈取りをするには笹が障がいとなるから、放牧地として利用することが望ましい。

以上2種の造成法を比較してみると、牧草生産は類似したものであり、造成経費の点では家畜の蹄と口による蹄耕法がすぐれた結果を示した。家畜衛生としてはとくに焼け残りの笹の手刈りによる切口で、蹄または皮膚の刺創、裂傷などが発生しやすいので、造成時の笹茎の処理は注意しなければならない。（酪農雑誌 Dairyman. 9月号掲載）

参 考 文 献

- 1) 重粘地土壌保全報告書（植生調査報告書）第2部 北海道開発局官房開発調査課 昭和37年2月
- 2) 草地開発試験調査資料 第6部 北海道開発局官房開発調査課 昭和40年5月