

土壤の凍結と牧草

農林水産技術会議

仁木巖雄

草作りと凍結

オーチャードグラス、チモシー、赤クローバー、白クローバなどの多くの牧草類は「寒地型牧草」ともいわれて、もともと寒さには大変強い性質の草です。しかし実際に作ってみると冬の寒さにやられて思わず失敗をしてしまうことが少くないのです。もちろん気候や土壤に恵まれた場合ではほどへマをやらない限り問題はないのですが、北海道、東北あるいは高寒山岳地方では冬は相当の寒さになり、ことに積雪が少ないと牧草にはかなりの打撃を与えます。関東地方やその他でも影響を受けることがあります。ことに牧草の作られる土地は火山灰土であるとか新墾地で土じょうが未改良の場合が多いので、牧草の生育が悪いためには被害が倍加するということも多いのです。

私も二〇年ほど前に高寒地の火山灰土を相手にして牧草の試験を開始しましたが、土壤の凍結は当初最強の敵手で、さんざん悪戦苦闘を重ねました。何しろ冬の間の凍った土の中の牧草の根の消息の事柄なので、今まで研究とか文献といつものもななく、自分でまず見るということから始め、見たりためしたりをくり返して、だんだん

と分つてきました。こうしてえられた知識が正しいかどうかを確かめるために、岩手、青森、北海道内の各地の異った土じょう（火山灰土、重粘土、粗粒火山灰土など）を厳冬季に掘って調べて歩いたこともあります。その結果、土の条件と気象の条件とに従つてどのように異った凍結をするか、そのとき牧草がどうなるかということも大体わかるようになります。

土が凍結すると牧草が害を受けることが多いのですが、必ずしも害されるとは限りません。凍結によって害されるのは凍上が起るときです。土が凍るときには凍上がかりました。寒冷地で牧草を作るには知つておくべきことなので、順を追つてその理

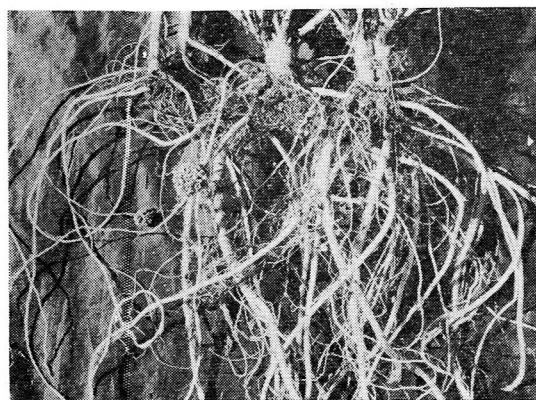
由を説明してみたいと思います。

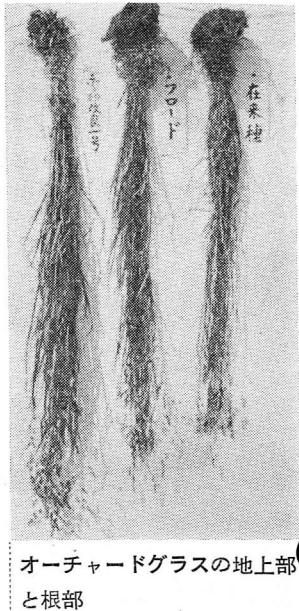
牧草類はどんな害を受けるか

禾本科はヒゲ根という著しいのがあります。また牧草が播いた当年の若い幼植物の場合は必ずひどい害を受けますが、その当年を突破できればその後はそうひどい打撃をうける心配はぐっと減ります。

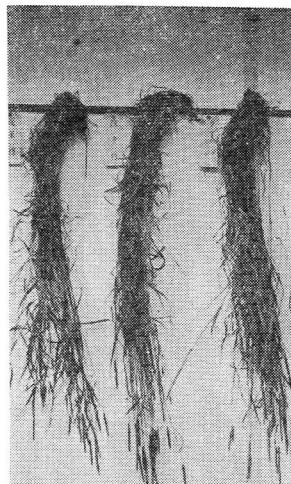
土の凍結は、初冬の間は凍つたりとけたりということをくり返していますが、寒さがはげしくなるとともにその深さが深くなつて行きます。初冬の間は地表部の附近の土粒に出来た霜柱のために、地表部の近くに分布している根を地表に持ち上げます。細かに観察してみると、地表の土粒だけではなくして地表から少し入った土粒にも、霜柱ができ、それらが全体としてたばになつて根を押上げる働きをしているのです。マメ科の牧草では、地表附近に分布している根がなくて、その代りに秋播した幼植物の葉をむしり取つてひどい時には丸坊主にしてしまいます。またこうして地表附近の土が上方に持ち上げられる結果、牧草の幼植物が埋もれてしまうこともあります。丸坊主や埋没とは気がつかず、もう凍り抜けで牧草は消滅したと誤り考えられ勝ちですが、これ位ではまだまだ容易には参りません。ほんの序の口にすぎません。しかしこのような地表の凍結と融解は

ルーサン（アルファルファ）の根部
二年目以後にはかなりの分根が出る





オーチャードグラスの地上部と根部



チモシーの地上部と根部。
オーチャードグラス程根部の
品種間差異は少い。

抑えることも出来ます。マメ科の場合のような致命的で急激な被害は比較的少ないといえます。関東地方などでは土壤の凍結は通常一年はあまり深くはないかわりに、地表附近の凍上が初冬だけではなくて、冬期間を通じて何回となくくり返されるので、地表の凍上は用心を怠るわけには行きません。

寒さがきびしくなるにつれて、深くまで凍結するようになり、地中に地表の霜柱と同じような霜柱氷層ができます。霜柱氷層は既に凍った部分とこれからまさに凍結しようとする境目に出来るわけですが、これができるときはものすごい力が働いて凍結した土を押し上げるので、凍結した土の中には霜柱氷層も上下に分断されます。ことにマメ科牧草では直根が上下に分散されるので致命的です。

霜柱氷層ができることによって根が切れる場合に、直接その力で切れる場合とそれより下方に空洞が出来てそこで分断される場合とがあります。空洞というのは根群の

下方にできる空虚な部分で、牧草の独立した株の場合には断面がレンズ状ですが、畦を作った場合はそれがトンネル状に長く統一されます。撒播した牧草であって生育のよい場合には空洞はほとんど見られなくて、ただ牧草地のふちの部分にトンネル状にできます。撒播であっても、できが悪くて密生していないといちらでも空洞は出来ています。また密生していても根が浅いと霜柱氷層ができます。

このように牧草の根が切られたり抜け上がりたりする直接の害のほかに、霜柱の融解のために生じたしもとけ水が原因になります。湿害、根が洗い出されたり、土壤侵蝕(融解侵蝕)をおこしたりすることがあります。

これらは寒冷地におこるおそろしい現象ですが、そのきびしさは未経験者には想像もつかないほどのものです。いずれも根本原因は霜柱氷層であり、地表水の中への浸透をじやまする凍結層が直下にひかえていきます。

どうして被害がおこるのか

どうして被害がおこるのか

これが霜柱氷層であり、地表水の中への浸透をじやまする凍結層が直下にひかえていきます。

コンクリート状凍結層は 牧草に被害を与えない

そこに植物の根群が入っているか否かなどによつていろいろな種類のものが出来ます。最も基本的なのはコンクリート状凍結層と霜柱氷層との二つです。実際にはいろいろ複雑な凍り方が見られます。この二つのどれかの変形とか組合せにすぎません。

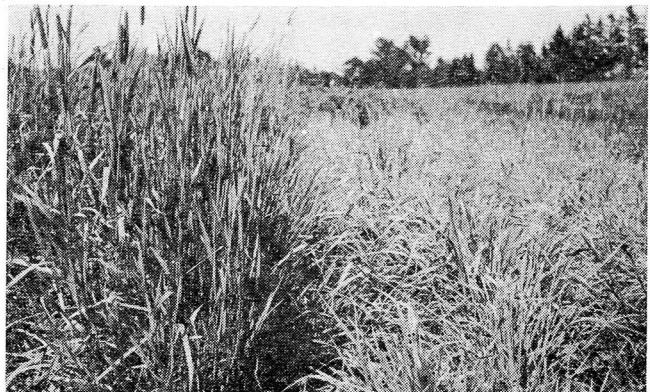
ところがコンクリート状に凍る場合(砂の多いとき、粗粒火山灰のとき、水分の少いときなど)つまり静かに凍る場合には根

左: チモシー・クライマックス 右: ハイデミー

チモシーの初期生育はオーチャードグラスに比較し、かなり遅れるが根群の分布は地上部に比較した大きな割合をもっている。

株を作ることも少く、凍結害、寒害等の抵抗性は高い。北方型牧草の中では、ホイートグラス、メドウフェスク、トールフェスク等が耐寒・耐霜性が強く、今後はホイートグラス等の利用も考えたいものである。

又オーチャードグラス、チモシー等には、近年放牧専用種(パスチャータイプ)、放牧採草兼用種(ハイ・パスチャータイプ)の優良品種がO E C D登録品種となっており双方とも採草用(ハイタイプ)に比し密な根群分布で高い永続性を示している。



が切れるようなことはおこりません。細かに観察するとコンクリート状の凍結組織の中に薄い霜柱氷層が相当入っているのが普通ですが層が厚くないので実際上の害は及ぼしません。

土の凍結と牧草との関係はこの辺までは比較的早く分ったのですが、これから後の疑問の解決のために相当骨を折りました。その疑問とは次の通りです。霜柱氷層でのときの力の強さは、物理学で研究されて分っているのですがとにかくすごい力です。それに比べて牧草の根の抵抗力(抗張力)はあまりに弱くて問題になりません。從つて土壤が凍結して霜柱氷層ができるような条件の場合では、すべての牧草がことごとく凍上害にかかる参つてしまはずです。ところが實際はそうではなくて、ひどくやられるものがあるかと思うと、ほとんどの害のみられないものも見られます。ひと口でいうならば、生育がよくて根の充分にはつたものは害が少くて、その反対に生育のわるいものは害がひどいのです。これはごく当たり前のことのようですが実際に不思議なことです。凍上の力というのは牧草の根の力ではなくて、支えきれない強大なものですから、凍結の構造調べてみますと、根がよく分布している部分の土ではコンクリート状になるということが分つたのです。そしていろいろ実験や調査を重ねた結果、分つたことは次の通りです。牧草の根(一般には植物の根)が生えて行くことによって、根の間にはさまれた土を独特の構造をもつた土に造りあげて行き、この独

特の状態が霜柱氷層のできるのを妨げているのです。(これを根圈土壤ということにします)つづこんで調べてみると、霜柱のできる土壤の微粒子の水膜つまり霜柱氷層の土台になっている氷の層に対して水分がうまく運べない構造になつてることが分りました。理屈はともかくとして、このことは大へん重要でしかも面白いことですね。要するに若し牧草の生育が良好で根が充分に発達していれば、たとえ土が凍つたとしても霜柱氷層は出きないのでなんともありません。ところが牧草がピッシリと作られているのでなくして、ボンと離れて生えたり、うねに作くられたりしている場合には、牧草の株の部分だけはコンクリート状に凍結するのですが、その株の廻りの土は霜柱氷層ができて凍上をおこすので、その作用にともなって牧草の株が上にもち上げられます。その結果その下に空洞ができるのです。

どうしたら凍上害は防げるか

凍上害のおこる原因は凍結ということにあるので凍結をさせないことができれば、これにこしたことはないわけです。この方

法は、園芸とか土木方面などで使われることがありますが、金がかかるので牧草栽培では向きません。しかしたとえ土が凍結したとしても霜柱氷層できないように凍らすことができれば、牧草の凍上害は防ぐことができるわけです。これには大別して二つの方法があります。その一つは排水だとか砂の客土とかガサガサした粗大な有機物を土に入れて土を改良することです。これは場合によってはかなり実用性がありますが、牧草の凍上害の防止だけの為めに多大の資材や金を使うことができないことが普通です。もう一つの方法、これが最も実用性の高い方法です。牧草根圈土壤のもつている霜柱氷層形成阻止の力をフルに活用することです。つまり適期播種とか十分な施肥などによって牧草の根群を充分に発達させておき、霜柱氷層ができないようになります。理屈はともかくとして、このことは大へん重要でしかも面白いことですね。要するに若し牧草の生育が良好で根が充分に発達していれば、たとえ土が凍つたとしても霜柱氷層は出きないのでなんともありません。ところが牧草がピッシリと作られているのでなくして、ボンと離れて生えたり、うねに作くられたりしている場合には、牧草の株の部分だけはコンクリート状に凍結するのですが、その株の廻りの土は霜柱氷層ができて凍上をおこすので、その作用にともなって牧草の株が上にもち上げられます。その結果その下に空洞ができるのです。

機物を土に入れて土を改良することです。これは場合によってはかなり実用性がありますが、牧草の凍上害の防止だけの為めに多大の資材や金を使うことができないことが普通です。もう一つの方法、これが最も実用性の高い方法です。牧草根圈土壤のもつている霜柱氷層形成阻止の力をフルに活用することです。つまり適期播種とか十分な施肥などによって牧草の根群を充分に発達させておき、霜柱氷層ができないようになります。理屈はともかくとして、このことは大へん重要でしかも面白いことですね。要するに若し牧草の生育が良好で根が充分に発達していれば、たとえ土が凍つたとしても霜柱氷層は出きないのでなんともありません。ところが牧草がピッシリと作られているのでなくして、ボンと離れて生えたり、うねに作くられたりしている場合には、牧草の株の部分だけはコンクリート状に凍結するのですが、その株の廻りの土は霜柱氷層ができて凍上をおこすので、その作用にともなって牧草の株が上にもち上げられます。その結果その下に空洞ができるのです。