

ラジノクローバの根の働きと夏枯れの関係

宮崎大学農学部

上野昌彦

ラジノクローバは、飼料作物・牧草のうちでも、重要な草種の一つとして採草用に、あるいは放牧草地に広く採り入れられているマメ科牧草である。しかし、この牧草を栽培するにあたっては、いろいろな障害要因が生産を制約していることも事実であろう。とくに、暖地では夏の高温時におこる「夏枯れ」がラジノクローバの生産にとって、著しい障害となっており、短期間に利用する場合は別として、数年にわたって栽培利用するには、永続性のないことが問題となっている。

ラジノクローバの「夏枯れ」をおこす原因については高温障害、あるいは病虫害など、いろいろな原因が考えられるが、その影響をうける牧草の側からみれば、夏に根の生育がおとろえ、その結果として生産力が低くなるのがもっとも大きな原因であろう。

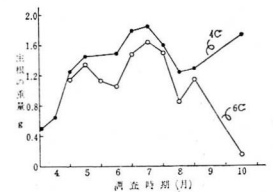
ここでは、ラジノクローバの根の働きを明らかにしながら「夏枯れ」の問題と関連づけてみたい。

主根の働きと夏枯れ

ラジノクローバの根をみると、二つの根から成り立っているのに気がつく。一つは、種子から出現する直根、いわゆる主根と、他はほ状茎であるストロンの節から発生する節根とである。主根は発芽してからしばらくたつと、土壌の深くまで伸びて幼植物の生育には欠くことのできない働きをする。ラジノクローバをはじめマメ科牧草は大なり小なり、この主根をもって幼植物の生育を依存しなければならない。まず、この主根の働きと夏枯れとの関係を見ることにする。

ラジノクローバ(市販種)の秋播き草地をつかって、

翌年、少数刈り区、4C(年間4回、夏の間、刈取をひかえる)と、多数刈り区6C(6回刈)をつくり、株枯れと、主根の生育との関連性を明らかにしようとした。ラジノクローバの地上部は5月上旬から6月上旬にかけて、旺盛に生育するが、そのうち生育はやや停滞するようになり、8月に入ると6C区では欠株が目立つようになる。しかし、刈取がゆるい4C区ではストロンの伸長がさかんで、株枯れはあんまり観察されない。一方、株枯れがおこる時期に主根の生育がどうなっているかを



第1図 ラジノクローバの主根重量の時期による変化(個体当たり、深さ20cmまでの主根を対象)

をみると第1図のように7月中旬まで増加した主根の重量も、7月下旬からは急速に減少しはじめ、6C区では10月になると主根がほとんど存在しなくなっている。この極端な重量の減少は、6C区の主根のほとんどが根ぐされをおこしたた

めにおきたものである。この根ぐされの発生の様相を観察してみると、根ぐされは根の全面におこるのではなく、最初は冠部(地ぎわ部)から5~10cmの地下で発生しはじめ、ついで症状が進むと、それ以下の根が腐敗するという経過で根ぐされは進行していつている。

この根ぐされの発生を経過的にみると、二つのステージがあるようである。一つは、5月中旬から7月上旬にかけて、根の表面が害虫によるものと思われる食害で斑点状によごされる時期と、もう一つは、7月中旬以後に

牧草と園芸 9月号 目次

- オレゴン大学種子検査室 (1)
- オレゴン大学種子検査室 (2)
- ラジノクローバの根の働きと夏枯れの関係
- イタリアンライグラスの各種条件下の播種法
- アメリカ、カナダにおける牧草の採種状況(Ⅲ)
- ハウス促成キュウリの摘心栽培

岡田 兼子	表 2
岡田 兼子	表 3
上野 昌彦	1
高橋 均	5
兼子 達夫	8
近藤 藤隆	
稲山 光男	13



カナダでのチモシー北王採種圃調査状況

なって、その食害部を中心に腐敗部があらわれてくる時期である。この根の腐敗はリゾクトニア菌を主体とする土壤病原菌によって直接的におこるのであるが、この菌は土壤中に生息して寄生範囲が広く、作物の冠部あるいは根の腐敗をおこす病原菌である。この菌の侵入は植物体の表面に傷口などがあると容易に行なわれるといわれる。この試験で観察した根では、病害による腐敗がおこる前に、害虫の食害（ゾウムシ類の幼虫による食害と思われる）が根の表面にみられており、この傷口が土壤病原菌の侵入を誘ったとも考えられる。殺虫剤を含めて、農薬を施すと、根ぐされの防止に効果があって主根の寿命を長びかせることができる。また、土壤微生物が根ぐされと密接な関係をもつことは、焼土によって土壤を完全に消毒すると根ぐされが全くおこらないことからもうかがわれる。

いずれにしても、ラジノクローバの主根が播種翌年の夏までしか生存しないという短い寿命であること、そして、この短い寿命が永続性と結びつけて問題とされるのは、主根が枯死することによって「夏枯れ」でみられる株枯れがきひおこされるからである。

したがって、主根が根ぐされをおこしやすい環境では、生産にあずかる主根の働きが大きければ、栽培上問題となってくるのは当然であろう。一体、どの程度主根が実際の生産にあずかっているかを知らうとして、まず、1本植えの個体について、主根だけで育てる区（主根区）、節根だけで育てる区（節根区、主根の枯死しやすい8月に主根を切り離し、その後は節根だけで生育させる。）とを設けて生育を追跡してみた。その結果をみると、処理によって著しいちがいがあって、主根区では、はじめ生育が旺盛であるが、夏の高湿時期に入ると、生育がおとろえるようになる。一方、8月に主根を切り離した節根区では、主根切除後、約1週間ぐらいの間に、株を中心として約30cmの範囲にわたってストロンが円形状に枯れあがり、ドーナツ状の植生となった。これを3回にわたる生草収量でみると、7月中旬の調査では、主根区も収量にはちがいがみられないが、8月初旬では著しく低下するようになって、時期がたつにつれて主根だけに依存する生育では、生産量に限界があらわれてくるようになる。さらに9月中旬になると、生産にあずかる主根の役割はますます低下して、葉重でみると、1/3にまで減少するようになる。つまり、夏をすぎると主根が生産にはほとんど役立たなくなってしまう。また、節根区でも株を中心とした裸地は最後までなくなり、葉重ではその部分だけマイナスとなっている。

個体植えのような特殊な条件で育てると、主根を切り離すと裸地ができ、生産量が減ってくる。しかし、実際

の草地のように集団で栽培した時には、この裸地も他の個体から伸びてくるストロンでうずめられてしまうであろう。だから実際の栽培では収量に対して主根の存在が、どのような働きをもっているかが知りたいところである。この点をたしかめるために、生育2年目の牧草地の主根を、3回の時期にわたって取り除き、刈取収量にあたる影響をみることにした。主根を切除した時期は、6、7、8月の3回であるが、その結果わかったことは、いずれの処理とも主根を切除した直後の収量が減少する傾向があること、とくに、時期的にもっとも早い6月に切除すると、その直後の収量が半減してしまう。つまり、節根が十分に発達していない時期に主根が消失すると、他からストロンが伸長してきても収量にはマイナスとなってあらわれてくるといえる。したがって、主根が消失する時点でどの程度ストロン、それに伴う節根の発達がなされているかが問題となる。しかし、収量に対する積極的な意味での主根の役割は、播種翌年の7月までに果たされるとみてさしつかえないだろう。

主根の働きの節根への移行

主根が消失すると、そのあとの茎葉の生産は節根で維持されることになるので、前述のように夏枯れと関連して主根が病害や、あるいは虫害などで枯死しやすい環境のもとでは、主根から節根への働きの移行が、すみやかにできる体制をつくっておくことが夏枯れを回避するために必要であろう。この働きの移行は節根が主根の働きをどのようにして代償してゆくのかという機構によって決められる。

つぎに、放射性リン酸（P-32）を使った試験を紹介しよう。

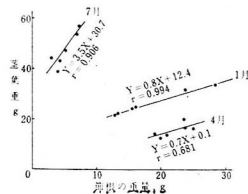
この試験は節根の発生している節位のちがいによって、主根の代償性がどの程度変わってくるかをみようとして、P-32を主根からと、基部に近い節根からと、基部から遠い節根から吸収させて、体内の移行を調べたものであるが、オートグラフでみると主根から吸収されたP-32は主茎はもちろん、全部のストロンに均等に移行しているのに対して、節根からのP-32は、その節位によって分布がちがってくるのがわかった。すなわち、ストロンの先端に近い節根から吸収されたP-32は生長点方向だけにしか移行しないが、基部に近い節根では生長点方向はもとより、基部方向、したがって処理したストロンばかりでなく、他のストロンにまで移行を示し、あたかも主根から吸収されたP-32と同じような行動することがわかった。つまり、主根が消失するとストロンの基部付近に位置している節根が、主根の働きを代償するということになる。とくに、その節根の重量が大き

くて、発育がよければ、代償する能力が高いのである。さらにまた、この主根の代償性には、品種なり、系統によるちがいが認められる。生態型や、利用型のちがった5つの品種について調べてみると、株の基部に密に節根を形成する、いいかえれば株基部の節間がよくつまり、その節から十分に節根を発生できる特性をもつ品種では、株枯れをおこしにくいし、代償性もすぐれている。

節根の発達と夏枯れ

主根が夏に枯死・消失したあとのラジノクローバの生産力は、ストロンから発生する節根の発達程度によって決められる。また、ストロンが母体から切り離されても、そのストロンから節根が発達しさえすれば、そのストロンは独立個体として生存できるのである。したがって、夏枯れに伴う永続性の問題を明らかにするためには、どうしても節根の生育特性を理解しておく必要がある。

一般にラジノクローバの根系は浅くて、土壌の表層部に根の大半が集積しているところに特徴がある。一例をあげると、播種後2年目の4月では、表層5cmまでに約82%の根が分布していて、5~10cmの9%に比べて、圧倒的に多い。この浅い根系は筋根の生育特性によるもので、節根が主根とちがってあまり肥大生長を行わず、養分・水分の吸収に有利なような形態をとっているからであるが、反面、浅い根系であるためにそれだけ環境の影響を根が強うけるということでもある。



第2図 根の重量と茎葉重(ストロン+葉)との相対関係(生育2年目の1, 4, 7月に調査)

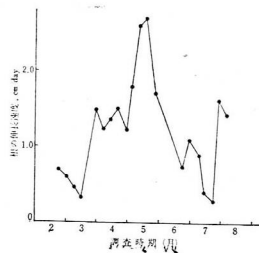
根の重量と、茎葉重との相対関係をみたのが第2図である。図から明らかなように、時期によって相対係数はちがっているが、それぞれの調査時期では根の重量と茎葉重との間に高い正の相関があって、茎葉の生産量が根の生育量によって直接的に影響されていることがよくわかる。とくに、7月の根量と茎葉重との相対係数が他の時期に比べて著しく高いことは、夏枯れ時における根の働きの重要性を裏付けている。

一方、根の伸長を大型の根箱でみたのが第3図である。伸長量は速度(cm/day)であらわしてあるが、伸長速度のピークは5月中旬にあって、5月下旬以後伸長は急速におとろえる。

この時期はちょうど栄養生長から生殖生長に入る時期で、そのために根の伸長がおさえられたのであるが、そ

のち8月上旬に向けて伸長量はふえる。しかし、盛夏に入ると再びおとろえてくる。

これらの結果から、夏の高温時の生産力低下、いわゆる夏枯れの原因を考えてみると、この時期の節根の生育停滞が大きな原因をなしているといえる。根の生育量が、根



第3図 節根の伸長速度の時期による変化(大型根箱50×10×80cmによる)

の発生程度と、根の伸長量との2つの要素によってなりたっているとすれば、夏の高温時期は、両要素とも著しく減少することが生育低下の有力な原因である。

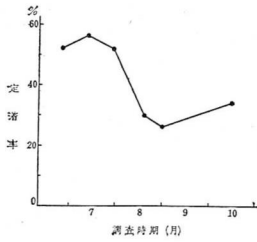
したがって、この生育低下を避けようとするれば、節根の発生部位である節の増加、すなわち、ストロンの伸長を促進させる必要があるし、また伸長量をふやそうとすれば、施肥などの栽培条件を検討しなければならないであろう。さらに、ラジノクローバの根系が浅いことを考えれば、微気象、たとえば草地内の気温や湿度、あるいは地温が極端に変動する夏の牧草地では、根の生育が直接に影響をうける。とくに土壌表層の地温がかなり高温になるので、ここでも夏の生育低下と結びつく要因が生ずることになる。

先にのべたように、根の生育量は節根の発生量によって左右されるともいえる。ここで、節根が発生してくる機構について考えてみよう。

時間的な経過からみると、節根の発生は組織中に根の原基が形成されて、その根が体外に出現する段階と、出現した根が伸長して土壌に貫入する段階とに分けることができる。この後者の段階は節根が土壌に定着できるかどうかの問題なので、環境条件によって著しく影響をうけると思われる。このことについて行なった試験の結果をのべてみよう。

節根は地上をほ伏するストロンから発生してくるために、一たん空气中を伸長してからでない土壌に到達できないという特異性がある。空中を伸長するという、他の牧草の根とはちがった経過で土壌に定着するので、定着は環境条件の影響を強くうけることになる。

まず、季節によって節根がどの程度土壌に定着しているかをみてみよう。調査の対象とした牧草地は利用2年目のものである。一定面積の枠コードラート中にあるストロンの全節数のうち、土壌に定着した節根をもつ節数の割合を時期別に追ってみると第4図のようになる。時期によってかなり変動があって、定着率は7月下旬までは約50%であったものが、8月から9月にかけては約30



第4図 節根定着率の時期による変化

らかの環境要因がはたらいて、根が気中に伸長できなかったということであろう。

そこで、夏の節根の定着を阻害する要因として、刈取高温、土壤の乾燥が関係するのではないかと考え、それぞれの要因について影響を調べてみた。

まず、刈取については、移植したストロンをつかって葉の展開と同時に刈取するというような、かなり強度の刈取を加えてみても、一たん発根したものについては定着を阻害する要因にはなりにくいことがわかった。

土壤温度の影響については、ストロンを恒温水槽で温度を変えたポットに移植して、10、15、20、30°Cで処理したが、定着の温度適応範囲はかなり広く、10°Cあるいは30°Cで若干定着がさがるだけで、温度によって、そう影響をうけるともいえないようである。つまり、刈取や高温だけでは夏の定着率急減の理由を説明しにくい。

定着を阻害する原因としては土壤が乾燥していることがもっとも大きい。土壤表面を常時乾燥状態にしておき、他は散水によって湿潤にしておくと、定着に著しいちがいがみられる。定着率で見ると、乾燥区は約40%の定着率にしかすぎないが、湿潤区では90%と、ほとんどの根が定着している結果が得られた。この著しいちがいを考えると、定着阻害の原因は土壤の乾燥によるものと推測できる。

このような乾燥条件でも、節根の発生そのものは行なわれているので、土壤の水分状態よりも、それと接する空気中の湿度が阻害要因としては大きいのかも知れない。そこで気中の伸長時間を延長する意味で、ストロンから土壤へ到達するまでの距離を変え、定着への影響をみてみた。距離は0、3、6、9 mmの4処理としたが、結果をみると、十分な散水で土壤表面が常に湿潤であるようにしておいても、3 mmまでは定着率が70~75%であるのに対して、6 mm以上になると定着がほとんど不可能になってしまうことがわかった。

これらの結果から、圃場で観察した夏の定着不良を考えてみよう。原因は高温と、降雨が少ないことからおこる牧草地内の微気象の乾燥化ということがいえそうであ

る。牧草地内の湿度は植生の密度などによっても影響をうけることは当然であるから、高温時の植生の密度が生育停滞によって粗となることは、さらに定着を阻害することになるそういう意味では夏に過度の刈取をすれば、なおさら悪い影響をあたえることになる。いずれにしても、節根が定着するためには土壤をなるべく湿潤状態に保ち、しかもストロンをできるだけ土壤に密着させて、気中に滞留する時間をできるだけ短くすることが必要である。

おわりに

ラジノクローバの「夏枯れ」と関連づけて、主根、節根のそれぞれの働きについてのべてみた。永続性の問題は根だけが関係するものではないが、永続性の阻害となる「夏枯れ」の要因としては根の生育低下が大きな原因となっていることは理解していただけたと思う。

ここで明らかとなった問題点を整理してみよう。「夏枯れ」の原因として考えられる根の生育不良を回避しようとするならば、主根の根ぐされをいかにして最少限度におさえるかという点と、節根の発達をどのような方法で促進するか2つの点にしばられよう。

主根の根ぐされ防止については、薬剤防除などの栽培技術である程度は効果があるようだが、主根の働き自体に限界があらわれてくるものだけに、無理に寿命をのばしてもあまり効果は期待できないかも知れない。それよりはむしろ、株周辺の節根を十分に発達させるような栽培技術、あるいは、そのような特性をもつ品種の育成などが間接的には有効であろう。

根系が浅いラジノクローバでは、節根の発育を促進するには、伸長量をふやすよりも、発根数を増加させるほうが効果的である。発根数をふやすためには、節根の発生母体であるストロンの節数を増加させること、そして発生した節根が効率的に土壤へ定着するような管理が必要であろう。