

飼料作物の発芽・初期生育に及ぼす発芽中の

水分ストレスの影響

第2報 マメ科草種について

大泉久一・三平東作・高崎康夫・野島博

(栽培管理学研究室)

Effects of Water Stress in Germinating Seeds on Germination and Early Growth of Seedling in Forage Crops 2. Legumes

Hisakazu OIZUMI, Tosaku MIHIRA, Yasuo TAKASAKI and Hiroshi NOJIMA

Laboratory of Crop Production and Management

Abstract

Drought after seeding in forage crops is considered to bring poor stand probably resulted from the inhibition of the germination and the early growth of seedling. However, the effects of drought in germinating seeds have been studied little. The authors(1979)suggested that the germination and the early seedling growth of grass are greatly affected by the period and duration of the drought. The object of the present experiment was to clarify the effect of water stress in germinating seeds of 7 legume species; soybeans, vetch, milk vetch, alfalfa, red clover, alsike clover and white clover. The seeds were placed on moist paper upon glass small tubes in a Petrie dish and kept in a germinator at 30°C. After 6, 18 or 30 hours of incubation, the seeds were transferred to a desiccator controlled at 40 – 50 percent relative humidity, then dried for 3 or 6 days. After this temporary water stress, seeds were grown in the germinator for 5 days. The species tested were grouped into three types according to the degree of the tolerance to the temporary water stress: the first group, alfalfa and red clover, is easily injured by the water stress; the second one, alsike clover and white clover, is moderately damaged and the third one, soybean, vetch and milk vetch, is highly tolerant to the water stress. Seeds were more susceptible in the advanced stage than in the early stage of germination. The temporary water stress in the third type species, soybean, vetch and milk vetch, increased the germination percent and promoted subsequent growth of seedlings probably owing to breaking the dormancy.

牧草類は小粒種子のものが多く、播種の深さは他の作物に比べて著しく浅くなるので、播種後の種々の悪条件の影響を受け易く、出芽不良となることがしばしばみられる。特に物理性の劣悪な土壌条件、例えば鉋質土壌畑では土壌水分が欠乏し易く、問題であると岡本ら(1975)は指摘している。

このような播種後の水分ストレスによる出芽不良は播種直後からの種子周辺部での水分欠よりも、ある程度吸水した後の水分欠乏によって、種子から脱水されることが悪影響を与えると考えて、イネ科草9種を用

いて、播種後の時間的経過と水分ストレスの関係について検討を加え、第1報で発表した(大泉ら, 1979)。

本報はマメ科草種を用い、吸水後の水分ストレスの影響を調べたものであり、草種間に差異が認められたので報告する。

実験材料及び方法

供試した草種はマメ科に属する7種である(第1表)。まず予備実験として、無処理条件下で置床後の各草

第1表 供試草種と千粒重

草 種	(品種)	学 名	千粒重(g)
ダイズ	(黒千石)	<i>Glycine max</i> Merr.	90.73
ベッチ	(コモン)	<i>Visia sativa</i> L.	60.76
レンゲ	(市販)	<i>Astragalus sinicus</i> L.	3.87
アルファルファ	(コモン)	<i>Medicago sativa</i> L.	2.35
アカクロバ	(メジウム)	<i>Trifolium pratense</i> L.	1.85
アルサイクローバ	(市販)	<i>Trifolium hybridum</i> L.	0.85
シロクロバ	(市販)	<i>Trifolium repens</i> L.	0.65

種の発芽率の推移及び吸水経過を調べた。また大粒種子の中からダイズ、小粒種子の中からアルサイクローバを選び、15時間吸水後に後述する方法によって水分ストレス処理を施し、種子の含水率の減少経過を調べた。

本実験では水分ストレス処理区と無処理区を設けた。いずれも1シャーレ当たりダイズ及びベッチでは25粒、他の草種では50粒ずつ供試した。水分ストレス処理時以外には30℃暗黒恒温下で試験した。シャーレは直径11.5cmのものをを用い、発芽床にはろ紙を使用した。ろ紙上の水分分布が時間的にもなるべく均一となるように、ろ紙の下に直径8mmのガラス棒をすのこ状に並べた。レンゲでは硬粒歩合が高かったので、種皮に傷をつけて供試した。種子消毒はサラン粉5%溶液に15分間浸漬して実施した。

水分ストレス処理区では、吸水程度を置床時間の差異によって、予め変えたものに水分ストレス処理を施した。すなわち30℃恒温器内で、6時間、18時間、30時間置床し吸水させた後に取り出し、デシケータ内に移し水分ストレス処理を施した。その期間は3日間と6日間の2種類で、3日間処理は全草種について、6日間処理は大粒種子に属するダイズ、レンゲ、小粒種子に属するアルサイクローバについてのみ実施した。水分ストレス処理は室温下で、湿度が40～50%に保たれているデシケーター（乾燥剤としてシリカゲル使用）内にろ紙を敷き、軽くガーゼで水分をふき取った種子をその上に置いて実施した。

水分ストレス処理後、デシケータから30℃恒温器内に移し、適度に水分を与え、その後5日間置床した。

また無処理区の試験期間は処理区の試験期間からストレス処理期間を除いたもので、処理前置床時間にあたる6時間、18時間、30時間に、それぞれ5日間を加えたものである。その期間中無処理区は連続して置床された。

試験終了時に発芽している個体について胚軸長及び幼根長、並びに発芽個体数、枯死個体数を調査した。なお各試験の反覆数は6回である。

この実験では、発芽とは種皮を幼芽または幼根が破ったものであり、これに対し発芽中とはやや広い意味で用いており、種子が吸水後、芽が発育を始める時点から、発芽した後出芽するまでとしている。また実験中での種子の置かれた光条件について述べておくと、恒温器内ではすでに述べたとおり暗黒下であるが、吸水時や水分ストレス処理時には散光下に置かれた。

実験結果

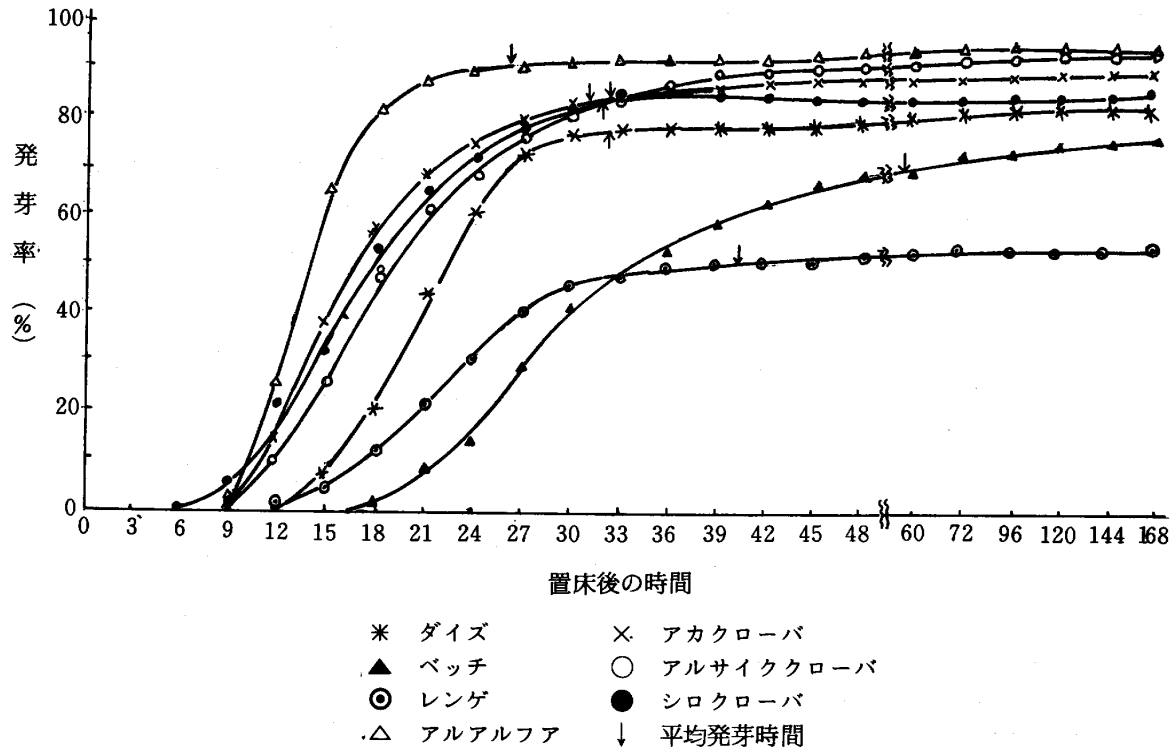
1. 発芽率の推移及び種子含水率の変化

水分ストレス処理を加えない、無処理区での発芽率を数時間ごとに追跡した結果は第1図に示す通りである。レンゲはやや低く、50%程度であるが、他の草種はほぼ80%以上の発芽率を示した。発芽開始の最も早い草種はシロクロバで置床後6時間程度で始まり、遅いものはベッチで18時間前後であった。発芽率がほぼ最高に達する時間をみると、アルファルファで最も速く、置床後24時間前後（平均発芽日数1.08日）、レンゲはやや遅く36時間前後（平均発芽日数1.64）、ベッチは最も遅く平均発芽日数で2.31日であった。その他の草種はアルファルファとレンゲの中間に位した。

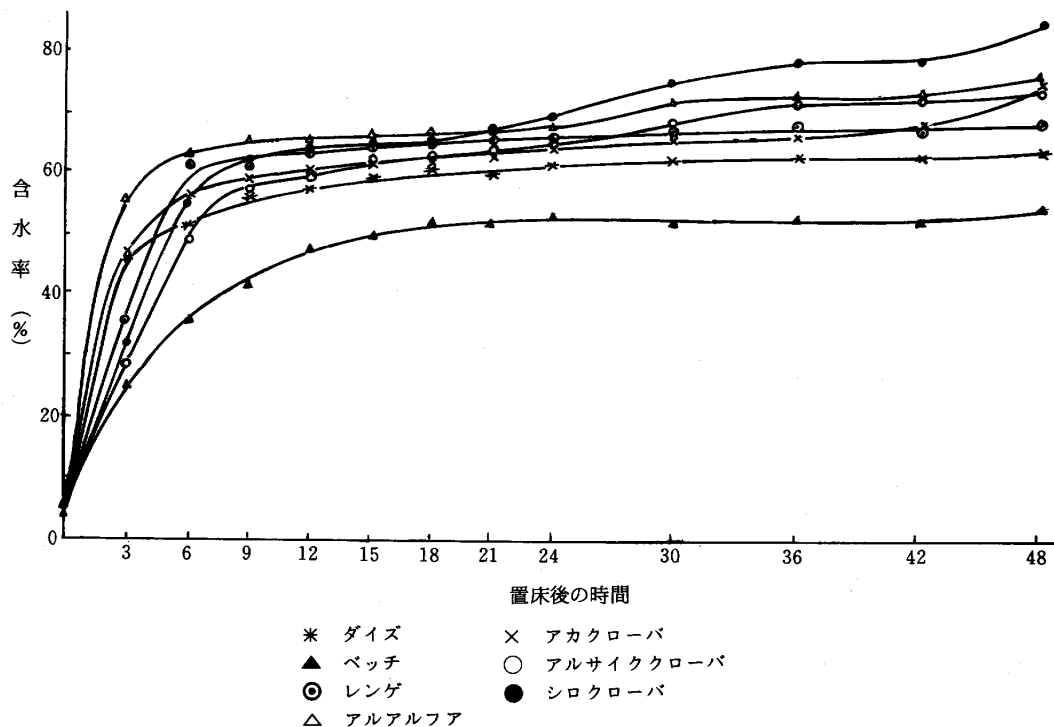
また無処理区における種子の吸水過程の変化は第2図に示す通りである。置床前の各草種種子の含水率は4～7%で、吸水過程は調査した時間の範囲内では、置床後直線的かつ急激な増大を示すいわゆる物理的吸水過程と、含水率が漸増あるいは停滞する過程（発芽準備期）にわけられた（高橋, 1963）。物理的吸水過程をみるとアルファルファで最も速く、置床後3～6時間で含水率が55%前後に達して急激な吸水はここで完了する。これよりやや遅いものとしてアカクロバ、ダイズ及びレンゲ、シロクロバ、アルサイクローバがある。これらに対してベッチは吸水速度は、はるかに遅く、しかも50%前後で停滞してしまう。いわゆる発芽準備期ではベッチ、ダイズ、レンゲの3草種は含水率はほぼ停滞し、それに対しシロクロバ、アルファルファ、アカクロバ、アルサイクローバの4草種は少しずつではあるが、含水率の上昇するのがみられた。

2. 水分ストレス処理の種子含水率に及ぼす影響

大粒種子の一例としてのダイズと小粒種子の一例としてのアルサイクローバの2草種について、15時間吸水させた後水分ストレス処理を施したもののについて、種子の含水率を追跡した（第3図）。両草種ともに置床後15時間で約60%前後に上昇しているが、水分ストレス処理により、処理開始後5日目迄はやや緩やかに直線的に低下し、大粒種子のダイズではその間、1日当たり2%、小粒種子のアルサイクローバでは1日当たり



第1図 無処理での各草種の発芽率の推移(%)



第2図 無処理での各草種の含水率の推移(%)

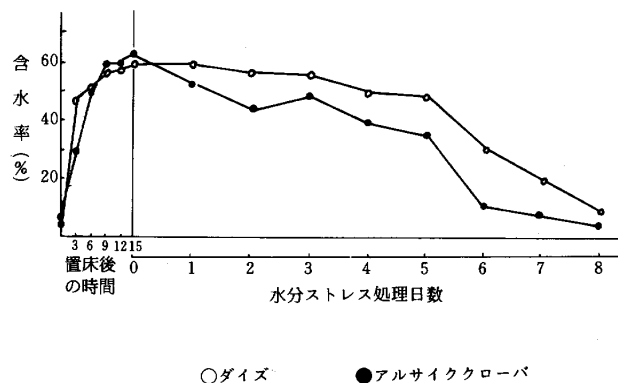
5%の含水率の低下を示した。その後水分ストレス処理6, 7, 8日目には更に急激な含水率の減少を示し、8日目に置床前の水分含量にほぼ近くなった。

3. 水分ストレス処理の発芽率に及ぼす影響

水分ストレス処理後の発芽数を無処理区の同期間での発芽数で割った比率を発芽率比 ($\frac{\text{処理区発芽率}}{\text{無処理区発芽率}} \times 100$) とし、第2表に示した。水分スト

レス処理によって発芽率比の高くなるものはダイズ、ベッチ、レンゲで、特にレンゲで著しかった。またストレスが強くなるほどその傾向が明らかとなった。この場合種子が吸水して膨潤するものが増加し、硬粒種子数の割合は減少した。

これに対しアルファルファ、アカクローバでは処理前の置床時間が長くなるほど発芽率比が小となる傾向



第3図 置床15時間後に水分ストレス処理を施した場合の種子の水分含量の推移

第2表 水分ストレス処理が発芽率比に及ぼす影響(%)

$$\text{発芽率比} = \frac{\text{処理区発芽率} - \text{処理前発芽率}}{\text{無処理区発芽率} - \text{処理前発芽率}} \times 100$$

供 試 草 種			水分ストレス処理					
			3 日間			6 日間		
			処理前置床時間			処理前置床時間		
			6	18	30	6	18	30
			%	%	%	%	%	%
ダ	イ	ズ	107.4	119.7	127.1	116.6	132.3	172.3
ベ	ッ	チ	119.9	119.7	140.0	—	—	—
レ	ン	ゲ	164.7	161.3	344.9	127.2	167.5	353.5
アルファルファ			93.9	40.4	11.9	—	—	—
アカクローバ			94.4	97.4	2.5	—	—	—
アルサイクローバ			100.6	90.6	72.9	98.0	118.1	140.3
シロクローバ			95.6	78.8	88.5	—	—	—

を示した。特にアルファルファで著しかった。アルサイクロローバ、シロクロバでは無処理区に比べて大差は認められなかった。

4. 水分ストレス処理の胚軸長、幼根長に及ぼす影響

ベッチ、レンゲでは無処理区に比べると、水分ストレス処理により、胚軸長が明らかに長くなった(第4図)。同様な傾向はダイズにもみられるが、水分ストレス処理期間は6日間と長くなると、無処理区に比べて大差はなかった。アルファルファ、アカクロバ、アルサイクロローバ、シロクロバでは、吸水6時間後の水分ストレス処理3日間区の比較的軽度の水分ストレス処理の場合には伸長が無処理区に比べてやや大となるが、水分ストレス処理が強くなると、かえって伸長が阻害された。

幼根長に及ぼす影響は、胚軸長への影響とほぼ同様

の傾向を示すが、やや軽微であった(第4図に点線で示した)。

5. 水分ストレス処理の枯死率に及ぼす影響

試験実施中の枯死は発芽枯死と未発芽枯死の2に分けられる。種子が発芽し、幼根や胚軸が出現した状態でそのまま軟化して枯死する個体を発芽枯死とし、種子は吸水したが、発芽に至らず軟化して枯死するものを未発芽枯死とした。未発芽枯死率では処理による影響はほとんどみられず、ダイズ、アルファルファはやや多く約20%近く、他の草種は約10%程度であった。発芽枯死の比率を第3表に示した。アルファルファ、アカクロバで枯死率大で、アルサイクロローバは30時間置床6日間水分ストレス処理で著しく大となった。ダイズは中程度で、ベッチ、レンゲ、シロクロバは小である。ストレス処理前の吸水時間が長くなるほどいずれの草種でも概して枯死率の増大するのがみられた。特にアカクロバでその傾向が大であった。なお水分ストレス処理で枯死したものは、ほとんどが、幼根、胚軸長の和が10mm以下のものであった。

第3表 水分ストレス処理による発芽後枯死個体の発生比率(%)

供 試 草 種			水分ストレス処理					
			3 日間			6 日間		
			処理前置床時間			処理前置床時間		
			6	18	30	6	18	30
			%	%	%	%	%	%
ダ	イ	ズ	0	13.5	25.4	3.9	7.0	14.5
ベ	ッ	チ	0	0	2.7	—	—	—
レ	ン	ゲ	0	3.3	3.7	0	0	5.6
アル	ファ	ルファ	0	44.7	43.7	—	—	—
アカ	クロ	ローバ	1.0	4.0	61.8	—	—	—
アル	サイク	クロローバ	2.3	10.3	11.2	3.3	16.3	70.1
シロ	クロ	ローバ	0	4.7	8.5	—	—	—

考 察

野口ら(1979)は火山灰土壌において地表面下0~1cmの土壌水分は降雨後数日で含水比20~30%以下に低下し、雑草種子の出芽限界以下になるとしている。牧草種子も小粒なものが多く、地表面下1cm前後に播種される場合も多く、また甚だしい場合には地表面上に播種されることもある。したがって播種後に水分ストレスにより、出芽不良や初期生育不良を導く可能性は著しく多い。このような考えから播種時の水分ストレスの研究は、岡本ら(1975)、MUCHENAら(1977)などによって実施されているが、そのほとんどは播種当初からの水分欠乏に対する種子の反応をみるもので、

い。このような現象は第1報のイネ科草の場合と共通している。この現象はストレスに対する抵抗力が発芽後減少し、枯死し易くなる可能性を示すもので、草種間の抵抗力そのものに大小があるか否かを示しているものとは必ずしも言えない。この点を明らかにするには発芽程度を揃えるなどして、基本的に更に検討することが必要である。

なお供試した範囲内で、マメ科草では、第1報のイネ科草でみられた、処理時発芽率低く、しかもその後の枯死個体の発生が大となるような草種はみられなかった。

また第1報に比べ本実験において新たに認められた点はストレス処理により、発芽率の増進や、発芽後の生長に促進の傾向がみられる草種が認められたことである。ベッチ、レンゲ、ダイズがその例で、処理前吸水時間が長くなり、またストレス処理期間が長くなると発芽率比が増大する傾向を示した。これは松村ら

(1973) がススキ種子で認めた現象と同様であり、水分ストレス処理によって種子の休眠が解除されたと考えられる。この場合発芽率比の増大だけではなくて、幼根、胚軸の生長の促進も認められた。また硬粒種子の割合も明らかに減少した。

一方この現象とは反対に、第1群に属するアカクロバやアルファルファでは、水分ストレス処理によって、その後の発芽数が減少したが、その中には二次休眠を導いたことによるものもあるかもしれないが明らかではない。

摘 要

牧草類の播種直後の早ばつの後影響を知るため、マメ科草種、ダイズ、ベッチ、レンゲ、アルファルファ、アカクロバ、アルサイククロバ、シロクロバを供試し、吸水過程中に水分ストレス処理を施し、その後の発芽、幼芽・幼根の伸長、枯死率を調査した。えられた結果は次の通りである。

1. 水分ストレス処理による種子含水率の変化をダイズとアルサイククロバの2草種でみた。処理開始後5日目まではやや緩慢に直線的な減少を示し、ダイズでは1日当り2%, アルサイククロバでは5%であり、その後は更に急激な減少を示し、8日目には置床前の水分含量にもどった。

2. 水分ストレス処理により、ダイズ、ベッチ、レンゲでは処理後、発芽数が無処理区に比べて増大し、アルファルファ、アカクロバでは減少した。アルサイククロバ、シロクロバでは大差は認められなかった。

3. ベッチ、レンゲでは水分ストレス処理により、

幼根長、胚軸長ともに無処理区のものに比べて長く、特に処理が比較的軽度の場合に著しかった。アカクロバ、アルサイククロバ、シロクロバでは、処理が強くなるにつれ、それらの伸長阻害が著しくなった。ダイズ、アルファルファではほぼ中間的な様相を示した。

4. 水分ストレス処理による枯死率はアルファルファ、アカクロバで大で、ベッチ、レンゲ、シロクロバでは小である。またいずれの草種でも処理前吸水時間が長くなると、水分ストレス処理による枯死個体の発生率が大となり、特にアカクロバで著しかった。

5. 発芽途中での水分ストレスの影響は、供試7草種を大別して3群に分けることができる。悪影響を大きく受けるものはアカクロバ、アルファルファの2草種、やや受け易いものはアルサイククロバ、シロクロバの2草種、受け難くまたかって発芽数、生育を良くするものはベッチ、レンゲ、ダイズの3草種であった。なおこの類別は、草種間の発芽の遅速も反映しており、基本的な意味での草種間差異は更に検討を必要とする。

引 用 文 献

- HASSANYAR, A. S. and A. M. WILSON (1979) Tolerance of desiccation in germinating seeds of crested wheatgrass and Russian wildrye. *Agr. J.* 71: 783—786
- 松村正幸・行村徹 (1973) 有用野草の播種増殖に関する基礎的研究. *日草誌*19 (別2): 24—25
- MUCHENA, S. C. and C. O. GROGAN (1977) Effect of seed on germination of corn (*Zea Mays*) under simulated water stress condition. *Can. J. Plant Sci.* 57: 921—923
- 野口勝可・中山兼徳 (1979) 畑雑草種子の発芽および出芽に及ぼす水分条件の影響. *雑草研究*24: 233—239
- 大泉久一・菱沼勇・高崎康夫・野島博 (1979) 飼料作物種子の発芽、初期生育に及ぼす水分ストレスの影響. 第1報 イネ科草種. *日草誌*25 (別): 29—30
- 岡本恭二・川竹基弘・堀内慎一 (1975) 暖地型牧草種子の発芽に及ぼす浸透吸引圧の影響. *日草誌*21: 16—20
- 高橋成人 (1963) 稲種子の発芽に関する生理遺伝的研究. *東北大学農研報*14: 4—13