

アルファルファ草地のスタンド確立に関する研究

第1報 土壌水分がアルファルファの生育・ 体内成分におよぼす影響

村山 三郎・小阪 進一・高松 俊博

(酪農学園大学飼料作物学研究室)

Studies on the Stand Establishment of Alfalfa Grassland

I. Effects of Soil Moisture on the Growth and Chemical
Composition of Alfalfa

Saburo MURAYAMA, Shinichi KOSAKA and Toshihiro TAKAMATSU

(Laboratory of Forage Crop Science, The College of Dairying)

緒 言

アルファルファ (*Medicago sativa* L.) は飼料価値が高く、生産性も高いことから、家畜の飼養上重要な牧草として世界各地において広く栽培されている。

わが国においてはアルファルファが導入されてから、すでに、100年を越しているが、その栽培面積は遅々として伸びていない。その理由として、1) わが国の気候や土壌条件に適した品種が得られなかったこと、2) アルファルファの特性がよく知られていなかったこと、

3) 栽培技術が確立されていなかったことなどにあるとされている¹⁾¹³⁾。とくに、造成段階におけるアルファルファは不良環境条件に対する抵抗性が弱いことが認められている⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾。耐湿性に対しても過湿土壌では種々の湿害を受けることが報告されている³⁾²⁾⁴⁾¹⁴⁾、まだ充分とは言えない。

そこで、筆者らは土壌水分がアルファルファの生育および体内成分にいかなる影響をおよぼすかについて検討したので、その概要を報告する。

材料および方法

1. 耕種概要

1) 場所：北海道江別市西野幌582 酪農学園大学 実験圃場 2) 供試品種：Du Puits 3) 播種期：1974年5月28日 4) 供試ポット：2,000分の1aワグナー・ポット 5) 播種法：2粒点播(3cm×3cm)し、後日間引きして1本立とした。6) 反覆：3反覆 7) 土性：重粘性洪積土 pHは5.9 (H₂O) 8) 施肥量(ポットあたり)：硫安10g、過石10g、硫加4g、炭カル12g。

2. 処 理

1) 処理区：a) 過湿区(地下水位10cm区)、b) 湿潤区(地下水位20cm区)、c) 適湿区(地下水位30cm区)、d) 乾燥区。2) 処理方法：播種22日後(6月19日)に、縦75cm×横95cm×高さ45cmの水槽にポットを入れ、地表より地下10cm、20cm、30cmの各高さまで水道水を入れて処理区を設けた。また、乾燥区は降雨を中心とし、萎凋した時のみ灌水した。3) 管理：水の交換は7～10日間おきに行なった。また1番草刈取り後、ウリハムシモドキおよびアブラムシが発生したためスミチオンを散布した。

3. 調 査

1) 草丈：6月20日より1週間おきに無作為に10個体抽出して測定した。2) 刈取り調査：7月25日、9月6日および10月25日の3回刈取りを行ない、無作為に10個体抽出し、葉数、茎数および葉面積を測定した。また、収量は生草重量および乾物重量を測定した。3) 全窒素含有率(T-N含有率)：Micro Kjeldahl法により定量した。4) 全有効態炭水化合物含有率(TAC含有率)：Somogyi-Nelson法により定量した。

結 果

1. 気象条件

江別市西野幌における試験期間中の気象条件は図1のとおりである。すなわち、気温は5月下旬と10月中旬および下旬において低かった。とくに、最低気温において顕著であった。降雨量は6月下旬と7月上旬および中旬において少なかったほかは適当な降雨があった。

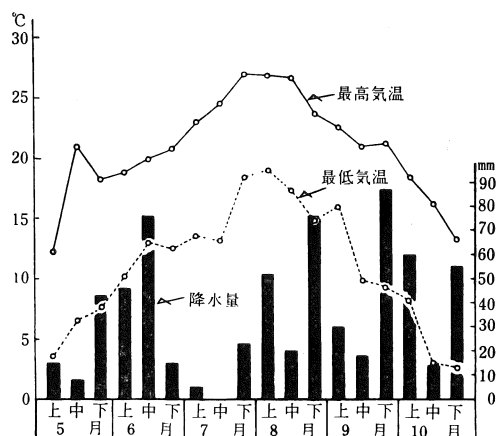


図1 試験期間中の気象条件

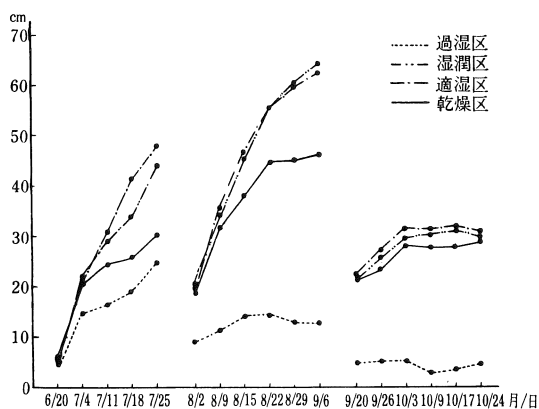


図2 草丈の伸長経過

2. 草丈

草丈の伸長経過は図2のとおりである。すなわち、1番草では適湿区>湿潤区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区は適湿区および湿潤区との間に、また、乾燥区は適湿区との間に有意差が認められた。2番草では湿潤区>適湿区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区は湿潤区、適湿区および乾燥区との間に、また、乾燥区は湿潤区および適湿区との間に有意差が認められた。3番草では適湿区>湿潤区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区は適湿区、湿潤区および乾燥区との間に有意差が認められた。

このように、過湿区において、著しく草丈の伸長が抑制された。一方、乾燥区において、1、2番草で伸長が抑制された。

3. 生草重量および乾物重量

各処理別の生草重量および乾物重量は図3のとおりで

ある。すなわち、生草重量は1番草では適湿区>湿潤区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区は適湿区および湿潤区および乾燥区との間に、また、乾燥区も適湿区および湿潤区との間に有意差が認められた。2番草では適湿区>湿潤区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区は適湿区、湿潤区および乾燥区との間に、また、乾燥区は適湿区および湿潤区との間に有意差が認められた。3番草でも2番草と同様な結果が得られた。したがって、合計重量では適湿区>湿潤区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区は適湿区、湿潤区および乾燥区との間に、また、乾燥区は適湿区および湿潤区との間に有意差が認められた。また、乾物重量は生草重量に大旨類似した傾向を示した。

このように、過湿区において、著しく生草重量および乾物重量が減少した。また、乾燥区においても重量の減少がみられた。

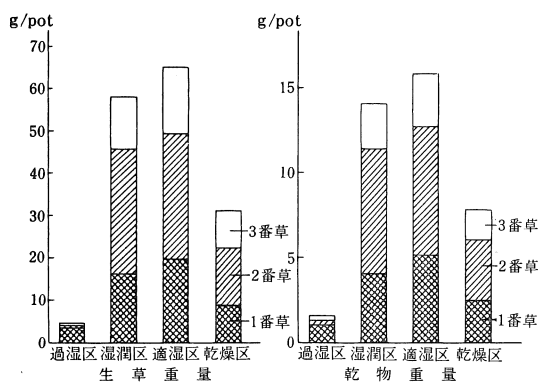


図3 生草重量および乾物重量の比較

4. 葉数

葉数の推移は表1のとおりである。すなわち、1番草では適湿区>湿潤区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区は適湿区、湿潤区および乾燥区との間に、また、乾燥区および湿潤区は適湿区との間に有意差が認められた。2番草では湿潤区>適湿区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区は湿潤区、適湿区および乾燥区との間に有意差が認められた。3番草では湿潤区=乾燥区>適湿区>過湿区の順となり、過湿区は湿潤区、乾燥区および適湿区との間に有意差が認められた。

このように、1番草では過湿区のほかに、乾燥区および湿潤区において、葉数の減少がみられたが、2および3番草では過湿区のみが著しく葉数を減じた。

5. 茎数

茎数の推移は表2のとおりである。すなわち、1番草

表1 葉数の推移 (枚/個体)

処理 番 草	過湿区	湿潤区	適湿区	乾燥区	有 意 性	
					P<0.05	P<0.01
1 番草	39.3	94.2	122.0	84.0	21.6	31.4
2 番草	15.9	288.7	279.6	256.1	109.9	159.9
3 番草	10.2	118.6	114.7	118.6	60.2	80.5

表2 茎数の推移 (本/個体)

処理 番 草	過湿区	湿潤区	適湿区	乾燥区	有意性	
					P<0.05	
1 番草	1.0	1.2	1.9	1.0	0.5	
2 番草	0.9	2.3	2.6	3.5	1.3	
3 番草	1.3	3.7	2.4	3.0	1.3	

では適湿区>湿潤区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区、乾燥区および湿潤区は適湿区との間に有意差が認められた。2 番草では乾燥区>適湿区>湿潤区>過湿区の順となり、過湿区は乾燥区、適湿区および湿潤区との間に有意差が認められた。3 番草では湿潤区>乾燥区>適湿区>過湿区の順となり、過湿区は湿潤区および乾燥区との間に、また、適湿区は湿潤区との間に有意差が認められた。

このように、1 番草では過湿区、乾燥区および湿潤区において、茎数が減少した。また、2 および 3 番草では過湿区において、茎数の減少が目立った。

6. 葉面積

葉面積の推移は表3のとおりである。すなわち、1 番草では適湿区>湿潤区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区および乾燥区は適湿区 および 湿潤区との間に、また、湿潤区は適湿区との間に有意差が認められた。2 番草では湿潤区>適湿区>乾燥区>過湿区の順となり、過湿区は湿潤区、適湿区および乾燥区との間に有意差が認められた。3 番草では湿潤区>乾燥区>適湿区>過湿区の順となり、過湿区は湿潤区、乾燥区および適湿区との間に有意差が認められた。

このように、1 番草では過湿区、乾燥区および湿潤区において、葉面積の減少がみられ、2 および 3 番草では過湿区において、葉面積が減じた。

7. T-N 含有率、TAC 含有率および C : N 比

地上部における T-N 含有率は表4のとおりである。すなわち、大旨、1, 2 および 3 番草とも土壌水分が多くなるにつれて低下する傾向にあった。また、番草が重なるにつれて高くなる傾向にあった。

つぎに、地上部における TAC 含有率は表5のとおり

表3 葉面積の推移 (cm²/個体)

処理 番 草	過湿区	湿潤区	適湿区	乾燥区	有 意 性	
					P<0.05	P<0.01
1 番草	20.2	77.5	103.0	43.9	27.7	40.2
2 番草	6.1	149.8	137.7	112.6	38.5	56.1
3 番草	1.0	117.6	96.6	110.8	55.4	80.6

表4 地上部における T-N 含有率 (%)

処理 番 草	過 湿 区	湿 潤 区	適 湿 区	乾 燥 区
1 番草	1.32	1.68	1.85	2.43
2 番草	2.01	2.84	2.87	3.15
3 番草	—	2.98	2.37	3.50

表5 地上部における TAC 含有率 (%)

処理 番 草	過 湿 区	湿 潤 区	適 湿 区	乾 燥 区
1 番草	14.04	21.76	18.72	23.87
2 番草	13.05	11.38	10.49	11.94
3 番草	—	12.98	9.63	13.24

表6 地上部における C : N 比

処理 番 草	過 湿 区	湿 潤 区	適 湿 区	乾 燥 区
1 番草	10.64	12.95	10.12	9.82
2 番草	6.49	4.01	3.66	3.79
3 番草	—	4.34	4.06	3.78

表7 地下部における T-N, TAC 含有率および C : N 比

項 目 処 理	T - N	TAC	C : N 比
過 湿 区	—%	—%	—
湿 潤 区	1.76	20.71	11.77
適 湿 区	1.50	39.19	26.13
乾 燥 区	2.36	35.12	14.88

である。すなわち、土壌水分による差異は認め難かったが、番草では1 番草で高い傾向にあった。したがって、C : N 比は表6のようになり、土壌水分による差異は認め難かったが、番草では1 番草で極めて高い値を示した。

地下部における T-N 含有率、TAC 含有率および C :

N比は表7のとおりである。すなわち、T-N含有率では乾燥区で、TAC含有率では適湿区および乾燥区で高い値を示した。したがって、C:N比は適湿区で高い値を示した。

考 察

本実験は環境条件のうち、土壌水分を異にした場合、アルファルファの生育および体内成分にどのような影響をおよぼすかについて観察したものであるが、若干の考察を加えてみたい。

まず、生育におよぼす影響であるが、本実験において、草丈、生草重量、乾物重量、葉数、茎数および葉面積とも過湿区において顕著に劣っていた。佐藤ら¹⁴⁾はアルファルファは極めて深根性で乾燥に強いが、地下水位が高いと根が伸びず、生育が抑えられることを報告し、また、浅原ら²⁾は草丈および葉数は地下水位の最も高い10 cm区と最も低い60 cm区が劣ったほかは大きな差は認められなかったが、根部の生長については地下水位が低いほど伸長量が高かったと報告している。

さて、この湿害の発生機構については山崎¹⁵⁾が考察しているように、土壌水分の増加にともなって通気が抑制され、根の呼吸作用が害され、その結果として無機成分および水分の吸収が円滑に行なわれなくなること、土壌中へのO₂の供給が不十分であるために土壌の質的变化があり、その変化が根部、ひいては地上部に害作用を与えたものと考えられる。とくに、アルファルファは土壌中の空気欠乏に対する感受性が大きい牧草とされているだけに、過湿区において顕著に劣ったものと推量される。一方、乾燥区においてもやや劣る傾向を示したが、Gistら³⁾は土壌水分と生育との関係は一般的に地上部も地下部も水分の減少とともに乾物重も減少すると報告し、また、西川^{10) 11) 12)}は夏季の灌水処理は土壌水分を高め、早ばつ要因を大きく軽減した。勿論、灌水は単に直接水を補給することだけでなく、3要素のみならず、その他の微量要素など、多くの無機塩類を補給する意義も大きく、水分代謝や炭水化物代謝なども円滑にし、乾物生産を維持増進することは明らかであると報告している。このように、西南暖地において、アルファルファに対する夏季灌漑の効果が認められているが、北海道(道央)においても降水量のみでは水分不足になる時期があるものと思われる。

つぎに、体内成分におよぼす影響であるが、T-N含有率では土壌水分が多くなるにつれて低下する傾向にあった。また、TAC含有率では顕著な差異が認められな

かったが、中島⁹⁾は地下水位の高低と桑葉成分との関係について、水位が高いほどかえって茎葉の含水率は低く、可溶性炭水化物が増加し、あたかも萎縮病に罹ったような外観を呈し、蛋白質、石灰含量なども低下したと報告している。本実験において、TAC含有率では明確でなかったが、T-N含有率では中島の結果と類似した。

以上のことから、土壌水分がアルファルファの生育および体内成分におよぼす影響は顕著なものがある。すなわち、過湿条件では生育を顕著に抑制し、T-N含有率を低下せしめ、一方、乾燥条件でも生育を抑制するものと思われる。

要 約

本実験は土壌水分がアルファルファの生育および体内成分におよぼす影響について検討した。アルファルファ(Du Puits)をポット栽培し、土壌水分を異にして、試験区を設けて、つぎの結果を得た。

1) 草丈におよぼす影響は過湿区において、著しく抑制された。一方、乾燥区において、1, 2番草で伸長が抑制された。

2) 生草重量および乾物重量におよぼす影響は過湿区において、著しく重量が減少した。一方、乾燥区においても重量の減少がみられた。

3) 葉数、茎数および葉面積におよぼす影響は1番草では過湿区、湿潤区および乾燥区において、減少がみられたが、2および3番草では過湿区のみが著しく減じた。

4) T-N含有率は土壌水分が多くなるにつれて低下する傾向を示した。また、TAC含有率は顕著な差異が認められなかった。

以上の結果から、土壌水分がアルファルファの生育および体内成分におよぼす影響は顕著なものがある。すなわち、過湿条件では生育を著しく抑制し、T-N含有率を低下せしめ、一方、乾燥条件でも生育を抑制するものと思われる。

なお、本報の要旨は昭和50年度札幌農林学会(1975年12月)において発表した。

引 用 文 献

- 1) 阿部広雄(1962): 飼料作物栽培法 養賢堂(東京) 260-270
- 2) 浅原敬二, 平山秀介, 上出 純, 沢田嘉昭(1967): アルファルファの導入と利用法に関する試験 アル

- ファルファの湿害に関する試験 滝川畜産試験場研究報告 5, 110-119
- 3) Gist, G. R. and G. O. Mott (1956): Some effect of light intensity temperature, and soil moisture on the growth of alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil seedlings *Agron. Jour.* 49, 33-36
 - 4) 南山 豊, 木戸賢二, 永山秀雄 (1974): 牧草の冠水に対する抵抗性の草種間差について 北農 41, 7, 9-18
 - 5) 村山三郎, 高杉成道 (1966): アルファルファの初期生育に関する研究 II. 土壌の種類がアルファルファの生育・葉の構造におよぼす影響 日草誌 12, 243-247
 - 6) 村山三郎, 高杉成道 (1967): アルファルファの初期生育に関する研究 III. 生育時期別遮光がアルファルファの生育・主根内澱粉含量におよぼす影響 日草誌 13, 229-233
 - 7) 村山三郎, 高杉成道 (1970): アルファルファの初期生育に関する研究 IV. 生育時期別遮光がアルファルファの主茎の形態形成におよぼす影響 酪農学園大学紀要 3, 254-261
 - 8) 村山三郎, 高杉成道 (1974): 遮光と施肥処理がアルファルファの幼植物の生育および乾物重量におよぼす影響 山形農林学会報 31, 8-12
 - 9) 中島 茂 (1930): 地下水の高低と桑葉成分との関係 日本蚕糸学雑誌 1, 253-256
 - 10) 西川欣一 (1967): アルファルファの生理的特性に関する研究 第8報 アルファルファの夏季生育におよぼす土壌水分の影響 日作紀 (講演要旨) 36, 280
 - 11) 西川欣一 (1971): アルファルファの生理的特性に関する研究 第9報 アルファルファの夏季生育におよぼす土壌水分の影響 神戸大学農学部研究報告 9, 20-24
 - 12) 西川欣一 (1974): アルファルファの生理的特性に関する研究 第12報 夏季生育におよぼす土壌水分の影響 その2 ポット試験の場合 日本作物学会近畿作物・育種談話会報 19, 9-11
 - 13) 大原洋一 (1975): アルファルファの栽培と利用 農業技術 30, 345-349
 - 14) 佐藤 庚, 西村 格, 伊東睦泰 (1967): 草地の密度維持に関する生態生理学的研究 第4報 土壌湿度と刈取りの高さがイネ科-マメ科混播草地の収量と草種比率に及ぼす影響 日草誌 13, 122-127
 - 15) 山崎 伝 (1960): 畑作物湿害の生理 作物生理講座 (3) 朝倉書店 (東京) 160-178

Summary

The present studies dealt with the effects of soil moisture on the growth and chemical composition of alfalfa. Four levels of soil moisture treatments in this experiment were the wettest condition, the wet condition, the optimum wet condition and the dry condition.

The results obtained were summarized as follows:

1) The growing rate of the plant height was lowered remarkably in the wettest condition in each cutting. On the other hand, this growing rate was lowered in the dry condition in the first cutting and the second cutting.

2) The fresh weight and the dry weight of the plant decreased remarkably in the wettest condition. On the other hand, these weights decreased in the dry condition.

3) The number of the plant leaf, the number of

the plant stem and the plant leaf area decreased in the wettest condition, the wet condition and the dry condition in the first cutting. These decreased remarkably in the wettest condition in the second cutting and the third cutting.

4) The T-N % of the plant tended to decrease in proportion to the increase of the soil moisture, but the TAC % of the plant was found to have no difference by the treatments.

From these results, the effects of soil moisture on the growth and chemical composition of alfalfa was apparent, namely the growth of the plant was checked remarkably and the T-N % of the plant decreased in the wettest condition. On the other hand, the growth of the plant was checked in the dry condition.