

紫外線除去が牧草類の初期生育に及ぼす影響

中山博敬・村山三郎・小坂進一

Influence of Ultraviolet on the Early Growth of
Grasses and Legumes
Hiroyuki NAKAYAMA, Saburo MURAYAMA, and
Shin-ichi KOSAKA

Summary

These tests dealt with the influence of solar ultraviolet irradiance on the early growth of grasses and legumes.

The results obtained were summarized as follows :

It was shown that in cases of screening grasses and legumes from ultraviolet of 400nm, the plant height and leaf area increased. And it was suggested that the increase of plant height was caused by the elongation of stem, because C/F ratio was higher than that of the plant growing in the sunshine.

キーワード：紫外線除去、初期生育、生長解析

Key words : early growth, growth analysis, screening ultraviolet.

緒言

近年、クロロフルオロカーボン（フロン）によるオゾン層破壊が問題となっている¹⁾。オゾン層破壊の影響として最も重要なものは紫外線の増加である。紫外線は波長によりUV-A (315-400nm)、UV-B (280-315 nm) 及びUV-C (280nm未満)に分けられるが、オゾン層破壊によって増加する紫外線の大部分はUV-B領域にある。UV-Bの増加は生物に障害を与え、農作物の生産量を減少させたり、生態系に攪乱を与えたりすることが懸念されている²⁾。

そこで、著者らは牧草生育に及ぼす紫外線の影響を明らかにするための研究を行っている。本報では現在地球上に降り注がれている紫外線が牧草の初期生育にいかな

る影響を及ぼしているかについて、2種の紫外線カットフィルムを用いて検討したので、その概要を報告する。

材料及び方法

1. 耕種概要

本実験は、江別市文京台緑町の本学構内実験圃場において実施した。供試草種は、チモシー(*Phleum pratense* L., 品種：センボク、以後TYと略記)、ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L., 品種：フレンド、以後PRと略記)、アカクローバ (*Trifolium pratense* L., 品種：マキミドリ、以後RCと略記)、アルサイククローバ (*Trifolium hybridum* L., 品種：テトラ、以後ACと略記)の4草種を用いた。供試容器は1/5,000 a ワグナー・ポットを用いた。供試土壌は灰色台地土(耕土)を用い、肥料は元肥として1ポットあたり、N 1 g (硫黄 5 g)、P₂O₅ 1 g (過石 5 g)、K₂O 1 g (硫加 2 g)、炭カル 6 gを施した。供試材料はプラントに播種し、第一本葉展開期に1ポットあたり4個体を移植し、3反復で実施した。

2. 処理方法

イネ科牧草は1995年6月29日に、マメ科牧草は7月1日に播種し、すべての草種とも7月18日に移植した。処理は7月22日に開始した。処理区は2種類の紫外線カットフィルムと紫外線を通すフィルム(対照区)を用いて、幅約90cm、高さ約55cmのトンネルハウスを作り3処理区とした。トンネルは内部の温度の上昇を防ぐため、両裾を約15cm開けた。供試フィルムは対照区にスカイリーダ(東レ、厚さ0.1mm)、UVカット区にノービエース(三菱化成ビニール、厚さ0.1mm、以後UVカットN区と略記)及びカットエースキリナイン(三菱化成ビニール、厚さ0.1mm、以後UVカットK区と略記)を用いた。

酪農学園大学 (069 北海道江別市)

Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069, Japan

「平成7年度 研究発表会において発表」

3. 調査方法

草丈及び葉数を7月21日から10日毎に計5回、毎回各処理区とも3ポットずつ測定した。また、草丈及び葉数調査の翌日に掘り取り調査を実施し、掘り取り後、直ちに生草重を葉、稈または茎及び根に分けて計量した。さらに葉面積をPORTABLE AREA METER (LI-COR, LI-3000A) で測定したのち、70℃の通風乾燥機で48時間乾燥後、乾物重を計量した。

また、紫外線透過率は、分光放射計 (Ocean Optics, PS1000) で測定した。

結果

1. 紫外線透過率

1995年8月17日の晴天時の正午前後における紫外線透過率を図1に示した。対照区は地球上に降り注がれている紫外線の約80%を透過し、UVカットN区は波長345nm以下を約50%、345nmから400nmを約50から90%透過した。UVカットK区は、おおむね紫外線をカットした。また可視光域は、対照区では約85から90%、UVカットN区では約90から95%、UVカットK区では約80%を透過した。

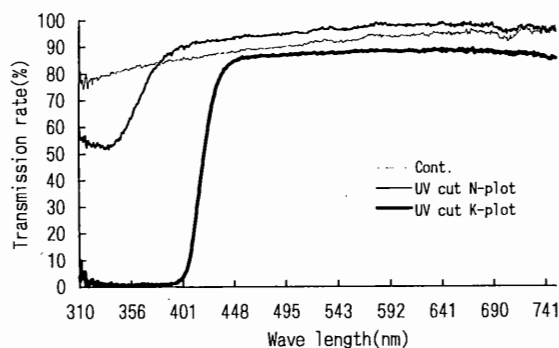


Fig.1. The transmission rate of ultraviolet under each film.

2. 処理区内の気温及び日照時間

処理区別の平均気温及び日照時間を図2に示した。処理区別の平均気温は、8月下旬にやや差がみられたものの、3区とも試験期間をとおしてほぼ同じ温度で推移した。日照時間は短い日が多く、試験期間中の約半分は1時間未満の日であった。

3. 生育状況

草種別・処理別の草丈、葉数、葉面積、乾物率、地上部重/地下部重比 (T/R比)、非同化部重/同化部重比 (C/F比) 及び比葉面積 (SLA) は表1及び表2に示した。また、生草重及び乾物重は図3及び図4に示した。

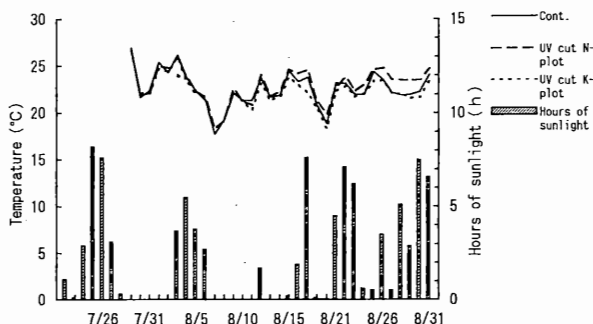


Fig.2. The mean air temperature in each plot and hours of sunlight.

(1) 草丈

草丈はイネ科牧草では30日目まで、対照区及びUVカットN区で近似して推移し、UVカットK区ではほかの2区に比較して高く推移した。TYでは40日目にUVカットK区ではほかの2区に対して、PRではUVカットK区でUVカットN区に対して有意な値を示した。RCでは30日目まで、UVカットK区>対照区>UVカットN区の順に高い傾向にあったが、40日目にUVカットK区及び対照区との間に大差はなかった。ACでは一定の傾向を示さなかったが、20日目にUVカットK区でUVカットN区に対して、40日目にUVカットK区ではほかの2区に対して有意に高い値を示した。

(2) 葉数

葉数はイネ科牧草では3区とも近似して推移したが、TYでは20日目にUVカットK区で対照区に対し、PRでは40日目にUVカットN区でUVカットK区に対して有意に多い値を示した。また、マメ科牧草では両草種とも一定の傾向はなかった。

(3) 葉面積

葉面積はTYでは20日目にUVカットK区ではほかの2区に対して有意に大きい値を示し、その後もUVカットK区ではほかの2区に対して大きく推移した。PRでは3区とも近似して推移した。RCでは30日目にUVカットN区ではほかの2区に対して小さい値を、40日目に対照区ではほかの2区に対して大きい値を示した。ACでは20日目を除き3区とも近似して推移したが、40日目にUVカットK区ではほかの2区に対して有意に大きい値を示した。

(4) 生草重

生草重は総生草重においてTYでは20日目以降にUVカットK区ではほかの2区に対して多い傾向を示した。PRでは30日目以降にUVカットK区ではほかの2区に対して多い傾向を示した。RCでは30日目まではUVカットK区ではほかの2区に対して多い傾

向を示したが、40日目にはUVカットK区が最小になった。ACでは20日目にUVカットK区でUVカットN区に対して、40日目にUVカットK区でほかの2区に対して有意に多い値を示したが、30日目にUVカットK区でほかの2区に対して少ない値を示した。

部位別にみると、葉種においてTYでは20日目にUVカットK区でほかの2区に対して有意に多い値を示した。ACでは40日目にUVカットK区でUVカットN区に対して有意に多い値を示した。茎重においてACではUVカットK区でほかの2区に対して有意に多い値を示した。根重においてACでは20日目にUVカットK区でUVカットN区に対して有意に多い値を示した。以上のほか、部位別の重量は一定の傾向を示さなかった。

(5) 乾物重

乾物重は総乾物重においてTYでは生草重と類似した傾向を示した。PRでは30日目にUVカットK区で、40日目に対照区でほかの2区に対して多い傾向を示した。RCでは30日目にUVカットN区でほかの2区に対して少なく、40日目に対照区でほかの2区に対して多い値を示した。ACでは30日目に

UVカットK区でほかの2区に対して少ない値を示したが、40日目にUVカットK区でほかの2区に対して有意に多い値を示した。

部位別にみると、葉重および茎重においてACでは40日目にUVカットK区でほかの2区に対して有意に多い値を示した。根重においてACでは20日目にUVカットK区でUVカットN区に対して、40日目にUVカットK区でほかの2区に対して有意に多い値を示した。以上のほか、部位別の重量は一定の傾向を示さなかった。

(6) 乾物率

乾物率はTYでは30日目までUVカットN区でほかの2区に対して高い傾向を示したが、40日目にUVカットK区で対照区に対して有意に高い値を示した。ACでは30日目以降に対照区でほかの2区に対して高い傾向を示した。PR及びRCでは一定の傾向を示さなかった。

(7) 地上部重/地下部重比及び非同化部重/同化部重比

地上部重/地下部重比 (T/R比) はいずれの草種とも一定の傾向を示さなかった。

非同化部重/同化部重比 (C/F比) はTYでは一定の傾向を示さなかったが、40日目にUVカット

Table 1. Influence of screening from ultraviolet on plant height, leaf number, leaf area, percentage of dry matter, top/root (T/R) ratio, non-photosynthetic system/photosynthetic system (C/F) ratio and specific leaf area (SLA) of grasses.

Sampling point(day)		TY			PR		
		20	30	40	20	30	40
Plant height (cm)	Cont.	25.6	49.0	51.2 ^b	25.6	36.9	40.8
	UV cut N-plot	26.5	52.8	51.8 ^b	25.9	38.2	37.2 ^b
	UV cut K-plot	32.6	53.1	64.2 ^a	26.3	39.7	43.1 ^a
Leaf number (no./plant)	Cont.	15.3 ^b	39.5	63.8	11.9	29.8	110.2
	UV cut N-plot	16.0	42.4	66.2	11.5	31.4	111.9 ^a
	UV cut K-plot	18.7 ^a	41.7	60.8	10.3	27.8	92.8 ^b
Leaf area (cm ² /pot)	Cont.	218.3 ^b	1056.0	2112.2	461.6	1430.5	2492.8
	UV cut N-plot	242.2 ^b	1067.2	1988.7	519.9	1453.7	2616.3
	UV cut K-plot	363.9 ^a	1164.9	2555.0	406.7	1612.3	2532.4
Percentage of dry matter	Cont.	0.116	0.125	0.132 ^b	0.103	0.101	0.144
	UV cut N-plot	0.145	0.136	0.142	0.077	0.108	0.149
	UV cut K-plot	0.121	0.120	0.148 ^a	0.113	0.114	0.133
T/R ratio	Cont.	2.31	2.82	3.22	2.66	2.44	2.76
	UV cut N-plot	2.61	3.44	2.69	2.51	2.66	2.58
	UV cut K-plot	3.03	3.23	3.61	2.44	2.33	2.21
C/F ratio	Cont.	0.522	0.652	0.727	0.460	0.540	0.634
	UV cut N-plot	0.552	0.786	0.792	0.449	0.516	0.581
	UV cut K-plot	0.404	0.731	0.879	0.480	0.588	0.645
SLA (cm ² /g)	Cont.	330.4	355.0	336.2	305.7	316.9	259.1
	UV cut N-plot	278.9	355.3	319.4	312.5	309.5	268.8
	UV cut K-plot	336.8	362.0	354.1	315.8	313.8	276.1

In Cont., UV Cut N-plot and UV Cut K-plot, Skyrida, Nobiace and Kilinain is used for screening ultraviolet, respectively.

The different superscripts are significantly different at the 5% level.

K区ではほかの2区に対して高い値を示した。PRでは30日目以降にUVカットK区でUVカットN区に対して高い傾向を示した。RCでは一定の傾向を示さなかった。ACでは一定の傾向を示さなかったが、40日目にUVカットK区で対照区に対して有意に高い値を示した。

(8) 比葉面積

比葉面積 (SLA) はTYでは20日目にUVカット

N区ではほかの2区に対して低く、40日目にUVカットK区ではほかの2区に対して高い値を示した。PRでは試験期間をとおして近似して推移した。RCでは20日目に対照区ではほかの2区に対して低く、30及び40日目にUVカットK区ではほかの2区に対して高い値を示した。ACでは30及び40日目に対照区<UVカットN区<UVカットK区の順に低い値を示した。

Table 2. Influence of screening from ultraviolet on plant height, leaf number, leaf area, percentage of dry matter, top/root (T/R) ratio, non-photosynthetic system/photosynthetic system (C/F) ratio and specific leaf area (SLA) of legumes.

Sampling point(day)		RC			AC		
		20	30	40	20	30	40
Plant height (cm)	Cont.	6.5	10.0	16.3	8.5	12.9	17.2 ^b
	UV cut N-plot	5.6	8.3	13.9	5.3 ^b	15.1	17.1 ^b
	UV cut K-plot	7.6	13.5	15.9	9.7 ^a	13.7	23.0 ^a
Leaf number (no./plant)	Cont.	7.5	13.3	26.4	19.4	37.0	56.1
	UV cut N-plot	9.4	10.4	21.7	16.8	38.3	54.3
	UV cut K-plot	10.7	13.3	16.0	20.9	26.5	66.3
Leaf area (cm ² /pot)	Cont.	28.4	111.8	412.1	77.1	238.0	452.3
	UV cut N-plot	30.2	71.9	246.2	43.4	241.8	399.1 ^b
	UV cut K-plot	41.1	134.5	241.4	89.4	192.9	836.7 ^a
Percentage of dry matter	Cont.	0.159 ^a	0.111	0.123	0.096	0.104	0.129
	UV cut N-plot	0.137	0.101	0.128	0.122	0.087	0.114
	UV cut K-plot	0.133 ^b	0.110	0.142	0.082	0.089	0.111
T/R ratio	Cont.	2.63	2.29	2.09	2.32	2.32 ^a	2.35
	UV cut N-plot	2.63	2.24	2.30	4.24 ^a	1.99 ^b	2.13
	UV cut K-plot	2.25	2.46	2.17	2.02 ^b	2.03 ^b	2.57
C/F ratio	Cont.	0.591	0.614	0.723	0.561	0.766	0.779 ^b
	UV cut N-plot	0.404	0.646	0.729	0.480	0.719	0.864
	UV cut K-plot	0.555	0.643	0.760	0.571	0.678	0.949 ^a
SLA (cm ² /g)	Cont.	279.8	319.5	328.9	320.0	329.9	311.8
	UV cut N-plot	320.2	336.5	330.8	392.6	339.5	329.6
	UV cut K-plot	318.6	355.7	344.6	317.2	346.7	349.7

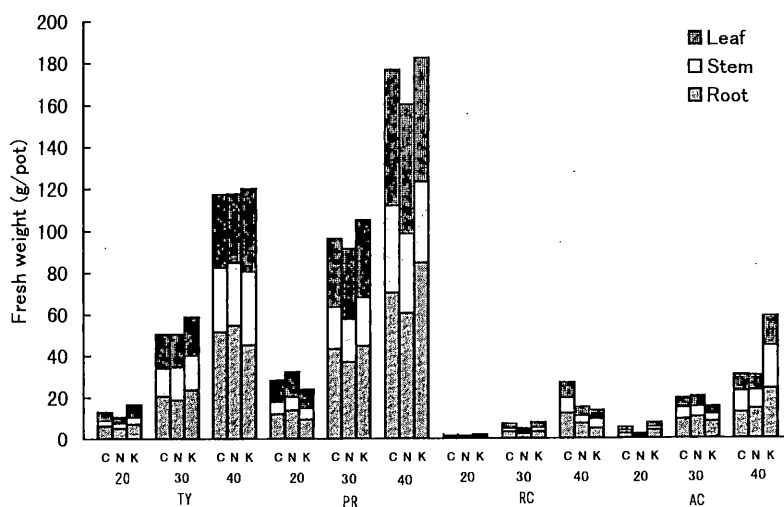


Fig. 3. Influence of screening from ultraviolet on the fresh weight of grasses and legumes. 'C' 'N' and 'K' mean Control, UV cut N-plot and UV cut K-plot, respectively. '20' '30' and '40' mean sampling point at 20th, 30th and 40th day, respectively.

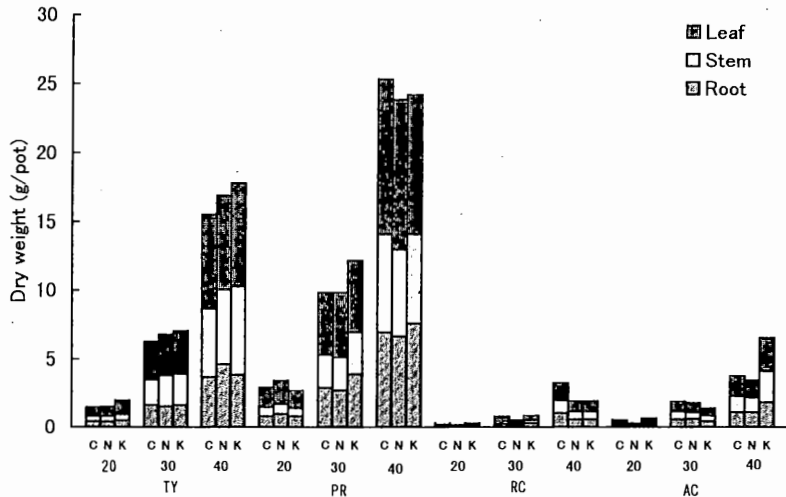


Fig.4. Influence of screening from ultraviolet on the dry weight of grasses and legumes.

考 察

原城ら¹⁾は水稻苗を用いて実験を行い、390nm以下の紫外線をカットした区ではカットしない区に比較して草丈及び草葉重の重大を認めている。また、高橋ら⁶⁾はキュウリ、メロン及びトマトにおいて、390nm以下をカットした区で草丈の伸長効果を認めているが、葉数、生体重及び乾物重には処理間に顕著な差異がなかったと報告している。

本実験において、草丈はRCを除く草種では40日目にUVカットK区ではほかの2区に対して高い値を示しており、400nm以下の紫外線は草丈の伸長を抑制していることが示唆された。さらに、紫外線除去による草丈の増大は、C/F比が増加したことから稈・茎部の生育促進によるものと推察される。また、ACではUVカットK区で生草重及び乾物重において40日目にほかの2区に対して有意に多い値を示したが、ほかの草種では処理間に顕著な差異がなく、葉数も大差が認められなかった。このことは、草種間の差異によるものか、さらに検討する必要がある。

乾物重から生長解析を試みたが、比葉面積 (SLA) を除いた他の分析項目において、処理間に明らかな傾向は認められなかった。しかし、マメ科草種では処理後期にUVカットK区で比葉面積が大きい傾向にあり、400nm以下の紫外線をカットすることにより葉が薄くなることが考えられる。

以下のことから、桂³⁾が述べているように、400nm以下の紫外線を除去した場合、形態的には遮光条件下における適応と類似した反応を示すことが示唆された。しかし、乾物生産からみると、遮光とは異なった作用機構によると思われる。山田ら⁵⁾は390nm以下を除去した場合、キュウリでは茎のシベレリン様物質の活性が高まり、このことが、茎の伸長、葉面積の拡大などを生じさ

せたのではないかと述べている。また、本実験の多くの調査項目においては、一定の傾向が認められなかった。この原因として、曇天の日が多かったことによる試験期間中の日照不足が考えられる。

今後、紫外線のうち短波長のみの影響を調査するためのフィルムの選択、及び紫外線照射量の多い夏至前後における試験が必要であると考えられる。

引用文献

- 1) 原城 隆・西川広栄・柚木利文・本田雄一 (1976) 光質に対する水稻苗の生育反応に関する研究. 日作東北支部報 19, 21-22.
- 2) 環境庁地球環境部監修 (1995) オゾン層破壊 中央法規出版, 東京. pp. 97-127.
- 3) 桂 直樹 (1985) 施設栽培における新実用化技術 (10). 農業および園芸 60, 101-106.
- 4) 気象庁編 (1994) 異常気象レポート '94. 気象庁. 東京. pp. 271-293.
- 5) 山田英一・中村 浩・清水達夫 (1978) 野菜試栽培部年報 5, 87-91.
- 6) 高橋和彦・鳥生誠二・高橋邦治 (1978) 野菜試栽培部年報 10, 37-39.

摘 要

本実験は現在地球上に降り注がれている紫外線が牧草の初期生育にいかなる影響を及ぼしているかについて、2種の紫外線カットフィルムを用いて検討した。その結果、400nm以下の紫外線をカットした場合、草丈及び葉面積が増大することが認められた。また、草丈の伸長は、C/F比が高い値を示したことから、稈・茎部の生育促進によるものと推察される。

(1996年2月29日受理)