



Title	イネ科牧草の葉脈と葉部形質および地上部乾物重の関係
Author(s)	中嶋, 博; NAKSHIMA, Hiroshi
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 27, 47-53
Issue Date	1991-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13407
Type	departmental bulletin paper
File Information	27_p47-53.pdf



イネ科牧草の葉脈と葉部形質および地上部乾物重の関係

中嶋 博

(北海道大学農学部附属農場)

(1990年12月25日受理)

緒 言

イネ科植物の葉身の葉脈について C₄ 植物が C₃ 植物に較べ葉脈頻度が高く、それが光合成産物の速やかな転流をもたらし、その結果、高い光合成能力を維持することを推察している。またオオムギやトウモロコシで葉脈の系統間差異が報告されている。本研究ではイネ科牧草を用いて、葉部形質、とくに葉脈について調査し、草種間差異や生育環境により、どのように変化するかについて検討した。

材料および方法

供試したイネ科牧草は Table 1 の通りである。寒地型牧草であるオーチャートグラス (OG)、チモシー (TI)、ペレニアルライグラス (PR)、メドウフェスク (MF)、ケンタッキーブルーグラス (KB)、イタリアンライグラス (IR)、トールフェ

スク (TF)、およびタンデム (TA、イタリアンライグラスとメドウフェスクとの複2倍体) の8草種と暖地型牧草のローズグラス (RG)、グリーンパニックグラス (GP)、カラードギニアグラス (CG)、スーダングラス (SG)、バヒアグラス (BG)、およびギニアグラス (GG) の6草種を供試した。寒地型牧草は C₃ 植物で、暖地型牧草は C₄ 植物である、北海道大学農学部の温室と圃場にプラスチックポット (内径 20 cm、高さ 17 cm) を用いて播種し、各牧草をそれぞれ、高温区、低温区の2水準の温度処理区を設け、それぞれをさらに乾燥区と湿潤区の水分処理区を設けた。高温区は温室内、低温区は屋外で、また乾燥区は年降水量を 500 mm、湿潤区ではそれを 2000 mm となるように2日に1度の散水で調整した。間引きしてポット当り各 10 個体としランダムに抽出した5個体の止葉より2枚下の葉身を採取した。採取した葉身はそれぞれ葉長と葉幅を測定し、ホルマリ

Table 1. Lists of grass species used in this experiment.

Temperate grass species Scientific name	English name	Abbreviation	和 名
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Orchardgrass	OG	カモガヤ
<i>Phleum pratense</i> L.	Timothy	TI	オオアワガエリ
<i>Lolium perenne</i> L.	Perennial ryegrass	PR	ホソムギ
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Meadow fescue	MF	ヒロハノウシノケグサ
<i>Poa pratensis</i> L.	Kentucky bluegrass	KB	ナガハグサ
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Italian ryegrass	IR	ネズミムギ
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Tall fescue	TF	オニウシノケグサ
<i>L. multiflorum</i> x <i>F. pratensis</i>	Tandem	TA	タンデム
Tropical grass species			
<i>Chloris gayana</i> Kunth.	Rhodesgrass	RG	アフリカヒゲシバ
<i>Panicum maximum</i> var. <i>trichoglume</i>	Green panic	GP	グリーンパニックグラス
<i>Panicum coloratum</i> L.	Colored guineagrass	CG	カラードギニアグラス
<i>Sorghum sudanese</i> Stapt.	Sudangrass	SG	スーダングラス
<i>Paspalum notatum</i> Flüggé	Bahiagrass	BG	アメリカスズメノヒエ
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Guineagrass	GG	ギニアグラス

Table 2. Mean values of leaf characters and dry weight of temperate grasses grown under 4 different conditions

Grass ⁺	Treatment ⁺⁺	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaf vein	Leaf vein frequency(/cm)	Top dry weight (g)
OG	LD	23.1	0.95	29.8	31.6	12.6
	LW	28.6	0.93	30.1	32.6	15.4
	HD	36.2	0.73	23.9	32.9	7.7
	HW	54.9	0.82	27.7	34.0	13.4
	avg	35.7	0.86	27.9	32.8	12.3
TI	LD	24.2	1.05	36.8	35.1	12.8
	LW	27.1	1.28	39.0	30.6	18.1
	HD	23.0	0.91	32.8	36.4	7.3
	HW	28.6	1.08	31.9	29.6	11.5
	avg	25.7	1.08	35.1	32.9	12.4
PR	LD	23.9	0.56	18.4	33.1	11.7
	LW	23.7	0.56	18.2	32.7	14.2
	HD	25.9	0.46	15.5	34.1	7.6
	HW	40.4	0.52	17.2	33.2	11.8
	avg	28.5	0.53	17.3	33.3	11.3
MF	LD	22.1	0.73	20.6	28.5	9.9
	LW	22.2	0.74	19.5	26.5	10.6
	HD	32.3	0.66	18.4	27.9	7.2
	HW	44.6	0.70	19.0	27.1	11.5
	avg	30.3	0.71	19.4	27.5	9.8
KB	LD	13.3	0.40	14.6	37.1	3.4
	LW	17.3	0.43	15.9	37.2	5.9
	HD	21.5	0.34	14.9	44.3	2.2
	HW	25.7	0.38	14.3	38.9	2.2
	avg	19.5	0.39	14.9	39.4	3.4
IR	LD	14.2	0.69	21.6	31.5	19.7
	LW	14.2	0.78	22.7	29.4	34.9
	HD	17.2	0.65	23.3	36.1	9.6
	HW	17.6	0.75	23.7	32.0	17.3
	avg	15.8	0.72	22.8	32.3	20.3
TF	LD	25.3	0.82	15.4	18.8	9.4
	LW	25.8	0.79	15.1	19.3	10.1
	HD	36.6	0.67	13.6	20.5	6.2
	HW	44.2	0.81	15.5	19.1	8.7
	avg	33.0	0.77	14.9	19.4	8.6
TA	LD	20.9	0.68	18.6	27.6	13.7
	LW	26.3	0.76	21.0	27.9	17.3
	HD	25.1	0.57	18.5	32.8	8.4
	HW	31.8	0.58	16.2	28.4	11.6
	avg	26.0	0.65	18.6	29.2	12.8

+ Abbreviation : See Table 1.

++ L : low temperature (field condition)

H : high temperature (green house condition)

D : dry condition (regulate 500mm/year)

W : wet condition (regulate 2000mm/year)

avg : average of four treatments

Table 3. Mean values of leaf characters and dry weight of tropical grasses grown under 4 different conditions

Grass ⁺	Treatment ⁺⁺	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	No. of leaf vein	Leaf vein frequency (/cm)	Top dry weight (g)
RG	LD	12.0	0.46	44.1	97.3	19.6
	LW	21.3	0.51	50.0	101.2	20.1
	HD	23.0	0.36	43.5	122.5	10.6
	HW	35.4	0.53	48.3	96.3	24.9
	avg	22.9	0.47	46.5	104.3	18.8
GP	LD	20.9	1.29	86.9	67.5	12.7
	LW	22.4	1.13	81.3	72.7	14.7
	HD	35.6	1.30	102.4	79.3	14.3
	HW	45.7	1.65	124.1	74.9	28.4
	avg	31.2	1.34	98.7	73.6	17.5
CG	LD	29.0	1.21	56.6	47.2	14.7
	LW	35.7	1.20	55.6	46.4	21.2
	HD	41.7	1.06	51.7	49.2	14.2
	HW	58.6	1.30	59.8	46.4	29.6
	avg	41.3	1.19	55.9	47.3	19.9
SG	LD	36.5	1.57	140.8	90.6	18.9
	LW	45.1	2.40	214.1	89.3	36.6
	HD	47.4	1.44	125.9	88.1	12.9
	HW	55.2	1.85	195.8	107.9	29.3
	avg	46.1	1.82	169.2	94.0	24.4
BG	LD	5.6	0.45	30.8	70.5	3.4
	LW	5.8	0.45	30.6	67.9	4.1
	HD	16.2	0.57	58.9	103.6	3.8
	HW	15.7	0.57	58.6	103.4	4.1
	avg	10.8	0.51	44.7	86.4	3.9
GG	LD	18.2	1.58	109.1	69.4	14.9
	LW	23.5	1.66	119.8	72.3	17.5
	HD	26.3	1.35	103.8	77.0	11.5
	HW	42.5	1.84	131.2	71.4	30.0
	avg	27.6	1.61	116.0	72.5	18.5

+ See Table 1.

++ See Table 2.

ン・酢酸・アルコール (FAA) に貯蔵した。その後葉脈数を顕微鏡下で調査し、全葉脈数、葉脈頻度 (全葉脈数/葉幅, 本/cm) を測定した。実験は1986年5月7日より7月10日に実施した。

結 果

Table 2 に寒地型牧草の Table 3 には暖地型牧草のそれぞれの処理における葉長、葉幅、葉脈数、葉脈頻度、および地上部乾物量の平均値を示した。寒地型牧草と暖地型牧草では明らかな差異が認められたので、それぞれ別個に葉部形質の分散分析を行った。寒地型牧草では、草種、処理、

およびその相互作用ですべて有意となったが、暖地型牧草では処理間で、葉幅、葉脈数、葉脈頻度が有意とならなかった。

寒地型牧草では葉長は高温・湿潤区 (HW) で長くなり、低温・乾燥区 (LD) で短くなる。葉幅は低温・湿潤区 (LW) で広くなり、高温・乾燥区 (HD) で狭くなった。全葉脈数は葉幅を反映して、異なっているが、葉脈頻度は処理平均で TF が最も少ない 19.4 で、KB が最も多く 39.4 であった。地上部重は LW 区ですべての草種で最大となった。

暖地型牧草では、葉長は寒地型牧草と同様に HW 区で長く、LD 区で短かった。また葉幅は

Table 4. Changes of number of leaf vein grown under different condition

Grass ⁺	(H-L)	(W-D) ⁺⁺	H/L×100	D/W×100	Significance among 4 treatments
OG	~ 4.15	2.05	86.14	92.91	
TI	~ 5.55	0.65	85.36	98.17	*
PR	~ 1.95	0.75	89.34	95.76	
MF	~ 1.35	-0.25	93.27	101.30	
KB	~ 0.65	0.35	95.74	97.68	
IR	1.35	0.75	106.09	96.77	
TF	~ 0.70	0.80	95.41	94.77	**
TA	~ 2.45	0.05	87.63	99.73	*
RG	~ 1.15	5.35	97.56	89.11	*
GP	29.15	8.05	134.66	92.16	*
CG	~ 0.35	3.55	99.38	93.85	
SG	-16.60	71.60	90.65	65.06	**
BG	28.05	~ 0.25	191.37	100.56	**
GG	3.05	19.05	102.66	84.82	**

+ See Table 1. *, **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

++ See Table 2.

Table 5. Changes of leaf vein frequency grown under different condition

grass ⁺	(H-L)	(W-D) ⁺⁺	H/L×100	D/W×100	Significance among 4 treatments
OG	1.35	1.05	104.21	96.84	
TI	0.18	~ 5.63	100.53	118.67	
PR	0.73	~ 0.68	102.21	102.05	
MF	0.03	~ 1.38	100.09	105.13	
KB	4.45	~ 2.65	111.99	106.97	*
IR	3.60	~ 3.10	111.81	110.09	
TF	0.78	~ 0.48	104.06	102.47	
TA	2.83	~ 1.98	110.17	107.00	*
RG	10.15	~ 11.10	110.23	111.24	
GP	7.00	0.45	109.98	99.39	
CG	0.98	~ 1.78	102.08	103.82	
SG	8.05	9.20	108.95	90.66	*
BG	34.28	~ 1.43	149.53	101.66	**
GG	3.40	~ 1.40	104.80	101.95	

*, **: Significant at 5% and 1% levels, respectively.

HW区で広く、HD区で狭くなった。全葉脈頻度は一定の傾向で認められなかった。葉脈頻度は処理平均でCGの7.3からRGの104.3と変異し、いずれも寒地型牧草に較べて大きい値を示した。地上部乾重はSGがLW区で最大であったのを除けば、HW区で最大を示した。

草種ごとの葉脈数と葉脈頻度の生育中の温度条件と水分条件の違いによる変動をTable 4・5に示した。

寒地型牧草の葉脈数はIRは高温条件で、またMFは乾燥条件で多い傾向を示したがその他の草

種では、低温条件、ならびに湿潤条件が多かった。暖地型牧草ではGPとBG、GGが高温条件で多く、PR、GC、SGは少なかった。またBGが乾燥で少ない傾向を示したが湿潤条件が多かった。

葉脈頻度は寒地型、暖地型すべての草種で高温条件で高く、水分条件では、寒地型のOGと暖地型のGPとSGを除きは乾燥条件で高い傾向を示した。

葉脈数と他の形質との相関関係をTable 6に示した。

葉脈数と葉長の関係では、寒地型のIR、TA以

Table 6. Correlations between number of leaf vein and other three characters

Grass ⁺	Leaf length	Leaf width	Dry weight
OG	-.2681	0.8779**	0.7378*
TI	-.0921	0.6833*	0.8123**
PR	-.0632	0.9782**	0.7474*
MF	-.1628	0.8822**	0.1884
KB	-.1998	0.5296	0.6468
IR	0.6047	0.3412	-.1962
TF	-.1329	0.8796**	0.7627*
TA	0.3332	0.8435**	0.4288
RG	0.4476	0.6577	0.5894
GP	0.9708**	0.9405**	0.6084
CG	0.4793	0.9798**	0.6668*
SG	0.4433	0.9224**	0.9804**
BG	0.9795**	0.9425**	0.1836
GG	0.7568*	0.9395**	0.9539**

+ See Table 1.

*, ** : Significant at 5% and 1% levels, respectively.

外は負の値を示し、また暖地型牧草のすべてで正の値を示し、寒地型と暖地型牧草の間で大きな差が認められた。

葉脈数と葉幅は全草種で正の相関を示し ($r = 0.88^{**}$), 草種では KB, IR, RG を除き、すべて有意の正の値を示した。

葉脈数と地上部乾物重間では IR が負の値となった以外はすべて正の値をとった。

このことから全草種とも葉幅の増加に伴い葉脈数の増加し、地上部乾物重の増加が考えられるが、葉長は寒地型では短くなり、暖地型では長くなる傾向が認められた。

葉脈頻度と他の形質との相関関係を Table 7 に示した。

葉脈頻度と葉長とは TI で有意な負の相関を示したが、RG と CG は負の値を示したが、他のものでは正の値を示し、とくに BG では有意な正の相関を示した。

葉脈頻度と葉幅では GP, BG で正の値を示した。他の草種では負の値を示した。とくに BG は正の有意な値 (0.87^{**}) を示し、他の草種とは著しく異なっていた。

Table 7. Correlations between leaf vein frequency and other three characters

Grass ⁺	Leaf length	Leaf width	Dry weight
OG	0.5823	-.3408	0.0248
TI	-.9086**	-.7430*	-.4874
PR	0.0293	-.6237	-.8186**
MF	-.0766	-.2088	-.3116
KB	0.4779	-.8411**	-.5889
IR	0.4740	-.8451**	-.8118**
TF	0.1134	-.8781**	-.4786
TA	0.0612	-.6011	-.6994*
RG	-.0238	-.9067	-.7653*
GP	0.6210	0.1621	-.0097
CG	-.1872	-.8840**	-.4142
SG	0.6578	-.0117	0.3037
BG	0.9408**	0.8691**	0.1358
GG	0.0548	-.6718*	-.3855

+ See Table 1.

*, ** : Significant at 5% and 1% levels, respectively.

考 察

片岡と兼子 (1979) はイネにおいて葉脈間距離に品種間差異があることを報告している。また CROOKSTON と MOSS (1974) は C_3 植物と C_4 植物の葉脈間隔に非常に大きな差があり、それが光合成率に大きく影響することを報告している。本実験でも暖地型牧草 (C_4 植物) では葉脈頻度は、密で多数の葉脈をもっていることがあきらかとなった。

HANSON と RASMUSSEN (1975) はオオムギで葉脈頻度の品種間差異が大きく、品種によって環境による変動が異なることを報告している。本実験では全葉脈数の生育環境の違いによる変動は寒地型牧草で小さく、暖地型牧草で大きかった。しかし高葉脈頻度が高光合成能力 (地上部乾物重の増加) に結びつくような傾向を認めることができなかった。

中嶋ら (1981) はトウモロコシの幼苗期の葉部形質は葉位間に高い相関を見出している。また、三浦ら (1983) はトウモロコシ葉身内で葉脈頻度は変異していることを見出している。

葉脈頻度と地上部乾物重は OG, SG, BG で正を他の草種では負の値をとった。

これらのことより葉幅の減少により、葉脈頻度

は大きくなり、葉長は長くなるが乾物重の増加にはあまりむすびつかない。

調査した草種のうち TI は葉幅の減少に伴い、葉脈数は減少するが、葉脈頻度は高くなる。しかし葉幅の狭くなるに伴い、葉長も短くなる。一方、多くの草種では、葉幅の狭くなるに従って、葉長は長くなるか、あまり変化しない傾向がある。BG では葉幅が広くなるに伴い、葉長も長くなる傾向にある。このことは葉脈の葉の支えとしての構造と何らかの関係があるものと考えられる。

葉部形質と光合成の関係の研究には、葉脈の他に、気孔数 (吉田, 1976)、葉部組織 (KHAN と TSUMODA, 1971)、葉の厚さ (IRVINE, 1967、田中と松島, 1971) などがある。

今後は葉脈だけでなく他の葉部形質、特に光合成能力と密接な関係があると考えられる形質をも調査していく必要がある。

本研究で見出された、葉脈頻度と葉幅と葉長との関係において、両方とも負の関係、両方とも正の関係、および葉幅とは負の関係で葉長とは正の関係のある草種があることがわかった。葉脈と葉身の生長とは異なる関係のある草種があることが明らかにされ今後の光合成能力との関係を解明する上で考慮しなければならない。

摘 要

イネ科牧草の寒地型牧草 8 草種と暖地型草種 6 草種を用いて、葉脈と葉部形質および茎葉乾物重との関係を明らかにする目的で、4 生育環境で生育させ検討した。草種間には明らかな差異が認められた。葉脈数は葉幅、乾物重と正の相関を示し、寒地型牧草では葉長とは負の暖地型牧草とは正の関係であった。葉脈頻度は概して葉幅、乾物重と負の葉長とは正の関係を示した。葉幅の増加に伴う葉脈数の増加は概して葉脈頻度を減少させる傾向にある。草種によっては、葉幅の増加は葉長の増加をもたらすものと、減少をもたらすものがある。これは葉脈の葉身の支えとしての役割と関係している。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、当時北海道大学農学部工芸作物講座津田周彌教授ならびに同講座の大学院生、学生であった尹世炯博士、松本之博氏には多大の助力をいただいた。ここに記して深謝の意を表する。

引用文献

1. 片岡勝美・兼子真：イネ葉身の気孔数および葉脈間距離の品種間差異。玉川大農研報 **19** : 79-84. 1979
2. CROOKSTON, R. K. and D. M. MOSS : Inter-veinal distance for carbohydrate transport in leaves of C_3 and C_4 grasses. *Crop Sci.* **14** : 123-125. 1974
3. HANSON, J. C. and D. C. RASMUSSEN : Leaf vein frequency in barley. *Crop Sci.* **15** : 248-251. 1975
4. 中嶋博・曾富生・津田周彌：トウモロコシの葉部形質の育種学的研究。(第1報)幼苗期。北大農場報告 **22** : 12-19. 1981
5. 三浦秀穂・中嶋博・津田周彌：トウモロコシの葉部形質の育種学的研究。(第2報)葉脈頻度と気孔頻度の同一葉体内変異および自殖系統間差異。北大農邦文紀要 **13** : 477-484. 1983
6. 吉田智彦：オオムギの気孔数について。I. 気孔数と光合成速度の関係。育種 **26** : 130-136. 1976
7. KHAN, M. A. and TSUNODA, S. : Comparative leaf anatomy of cultivated wheat and wild relatives with referenceto their leaf photosynthetic rates. *Jap. J. Breed.* **21** : 143-150. 1979
8. IRVINE, J. E. : Photosynthesis in sugarcane varieties under field condition. *Crop Sci.* **7** : 297-300. 1967
9. 田中孝幸・松島省三：水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究。第98報 葉身窒素含有率および葉身の厚さが個葉の表面および裏面の光一同化曲線に及ぼす影響。日作記 **40** : 164-168. 1971

Relation between Leaf Vein, and Other Leaf Characters and Top Dry Weight of Pasture Grasses

Hiroshi NAKASHIMA

(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

(Received December 25, 1990)

Summary

In order to understand the relation between leaf vein, and other leaf characters and top dry weight of pasture grasses, this study was carried out using 8 temperate grasses and 6 tropical grasses grown under 4 different environments. There were significant different among species for all characters. The number of leaf vein showed positive correlation with leaf width and top dry weight. Correlation between the number of vein and leaf length was negative in temperate grasses, but positive in tropical grasses. In general, leaf vein frequency showed negative correlation with leaf width and dry weight but positive with leaf length. Some species showed positive correlation between leaf width and leaf length, on the other hand, some species showed negative correlation. The leaf vein assumed to relate with the role for support leaf.