

病害による牧草・飼料作物の質的被害に関する研究 (4)

リゾクトニア病菌に感染した飼料作物の飼料成分の変化

誌名	草地試験場研究報告 : s ō chi shikenj ō kenky ū h ō koku = Bulletin of the National Grassland Research Institute
ISSN	03850196
著者名	井澤,弘一
発行元	農林省草地試験場
巻/号	24号
巻号補足	
掲載ページ	p. 57-70
発行年月	1983年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



病害による牧草・飼料作物の質的被害に関する研究

IV. リゾクトニア病菌に感染した飼料作物 の飼料成分の変化

井 澤 弘 一

環境部 病理研究室

現 山形県立園芸試験場 環境部

(昭和57年8月28日受理)

要 約

井澤弘一(1983): 病害による牧草・飼料作物の質的被害に関する研究. IV. リゾクトニア病菌に感染した飼料作物の飼料成分の変化. 草地試験報 24: 57—70.

オーチャードグラス, イタリアンライグラスとシロクロバの3草種の葉腐病について検討した結果, 罹病による飼料成分の変化の傾向は, 草種間では大差がみられなかった。また本病に激しく感染した場合でも粗蛋白質と可消化粗蛋白質の含量は健全なものと同程度であったが, 不溶性蛋白質含量が著しく増加し, 可溶性蛋白質が減少し, 本病の罹病による蛋白質の質的な変化が推察された。加えて可溶性糖類含量が著しく減少し, 反対にリグニンが著しく増加したことが, 他の糸状菌病と異なる点であった。そのため可消化養分総量が減少し, 乾物消化率の低下も激しかった。

1. 緒 言

飼料作物病害の質的被害を明らかにするために, 各種病害について罹病程度ごとに飼料成分の変化を測定してきた。これまで糸状菌病のなかで活物寄生菌による病害としてさび病^{1,3,5)}, うどんこ病⁶⁾および殺生菌によるものとしてヘルミントスポリウム病⁷⁾について報告した。本報では同じ殺生菌のなかで土壌病原菌である *Rhizoctonia solani* Kühn による牧草の質的被害について報告する。

本菌は多犯性で, 多くの草種を侵して大きな被害をもたらすが, そのほとんどに病名として葉腐病が用いられている。本病に罹病すると, 茎葉は水浸状を呈して軟化し, 乾くと互いにゆ着して海苔状を呈する。急速に蔓延することが多く, 激発すると株全体の茎葉が枯死し, 再生不能となって裸地化することも多い。このため, 生草収量への影響が大きい⁴⁾。しかし, 葉腐病の被害解析には, 上述の量的被害のほかに, 茎葉の罹病に伴う質的被害についても明らかにする必要がある。そこでオーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.), イタリアンライグラス (*Lolium multiflorum* Lamarck) とシロクロバ (*Trifolium repens* L.) の3草種の葉腐病について実験を行った。

本論文を草するに当たり, 御指導を賜り, 校閲の労を

とられた東京大学農学部名誉教授與良清博士, 同教授土居養二博士に深甚な感謝の意を表す。また宇都宮大学農学部教授寺中理明博士には, 本研究の遂行と論文の取りまとめにつき懇篤な御指導を賜った。さらに本研究の推進に当たり, 農林水産省畜産試験場栄養部阿部亮博士(現北海道農業試験場畑作部), 堀井聰室長ならびに大山嘉信博士(現草地試験場家畜部長)には, 飼料成分の分析法について種々の御教示と御協力を賜った。ここに記して各位に衷心より感謝の意を表す。草地試験場環境部病理研究室西原夏樹前室長, 室長佐藤徹博士, 但見明俊博士(現北海道農業試験場草地開発第2部), 秋田滋枝官, 川俣生子氏には各種実験の準備, 調査および集計について御協力を得た。また材料採取を御快諾下さった草地計画部業務第1科, 牧草部生理第3研究室飯田克実室長の各位に深く感謝する。

2. 葉腐病によるオーチャードグラスの飼料成分の変化

オーチャードグラス葉腐病の発生時期は, 関東以西では2番草から4番草にかけてであり, 過繁茂や刈り遅れの草地では本病の被害はまぬがれ得ない⁴⁾。そこで本病に罹病した場合, 飼料成分がどのように変るかを明らかにするため, 草地試験場のオーチャードグラス主体の草

Disease severity

0 : Non visible infection
I : Mild infection
II : Mild to moderate infectin
III : Moderate to heavy infection
IV : Heavy infection
V : Very heavy infection

Diseased situation of stems and leaves

Non diseased
Diseased spots in the stem and leaf
Mycelial colony like the web
Diseased parts are changed for dark green and begun to rot
Diseased parts of stem leaf are rotated off
The whole plants are diseased and rotated off

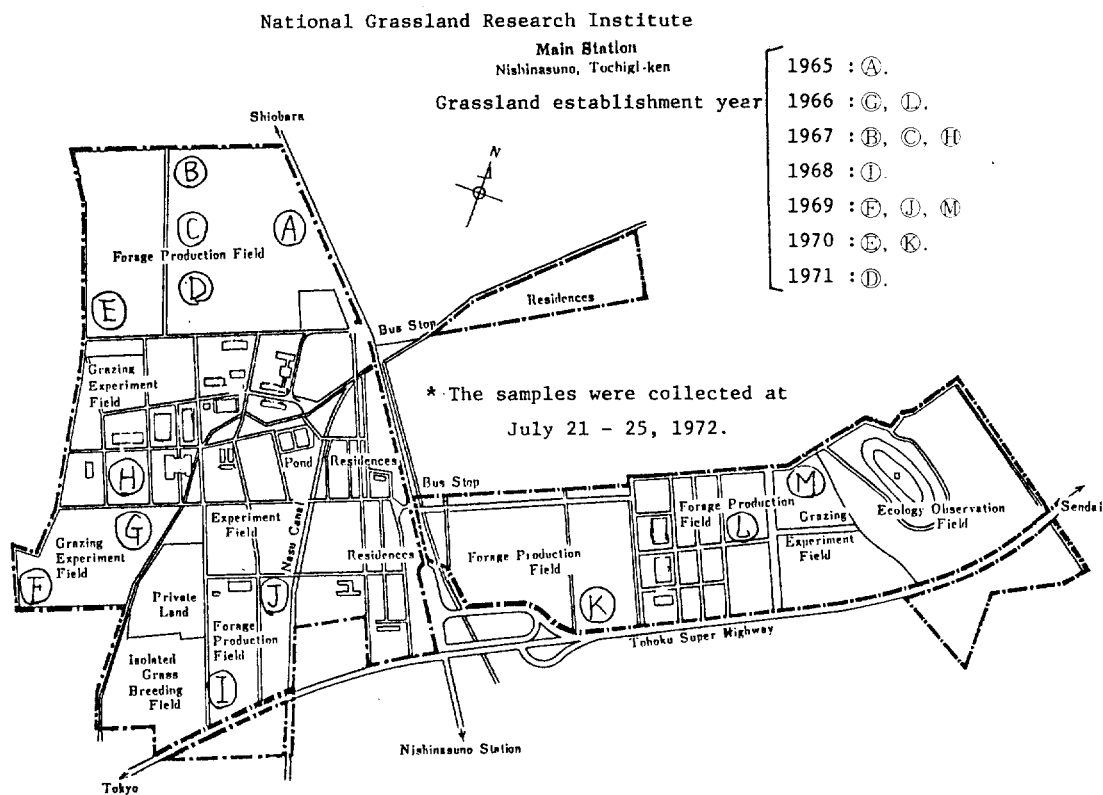


Fig. 1. Sampling fields of orchardgrass infected with summer blight.

1) 実験材料と方法

病斑が認められるもの)。罹病大 (S : 葉面積の半分以上が病斑で占められるもの) の3段階に分け (図版B), それぞれを既報の分析法⁵⁾に従って分析し, 飼料成分の変化を比較した。試料を採取した各地点 (図1) の造成年次および罹病程度 (表1), 混播草種, 前作状況, その他については表2に示した。

2) 実験結果

a. 罹病程度と飼料成分の変化

全草地の平均では罹病程度の進展に伴って乾物率、粗珪酸含量、リグニン含量が増加した。反対に可溶性糖類（なかでも単少糖類）、粗脂肪、乾物消化率、可消化養分

Table 2. Sampling field condition of orchardgrass infected with summer blight

Field	Grassland establishment year	Field condition	Disease* severity	Grass species**	Preceding crops***
A	1965	Production	III	Or, Pr, Rc.	SR.....SM.....SR
B	1967	"	III	Or, It, Wc.	PP.....PP.....SM
C	1967	"	V	Or, It, Wc.	SM.....SM.....SM
D	1971	"	IV	Or,	SM.....GM.....GM
E	1970	"	III	Or, It, Wc, Rc.	SM.....SM.....SM
F	1969	Grazing	II	Or,	Waste land.....
G	1966	"	III	Or, Rc.	Wild herb test...
H	1967	"	III	Or, Pr.	PP.....PP.....PP
I	1968	Production	V	Or, Rc.	SM.....SO.....SM
J	1969	"	III	Or, It.	SM.....SM.....SM
K	1970	"	II	Or, It.	PP.....PP.....PP
L	1966	"	III	Or.	PP.....PP.....PP
M	1969	"	III	Or.	PP.....PP.....PP

* Disease severity index scale of six grade (according as table 1).

** Or: Orchardgrass, Pr: Perennial ryegrass, Rc: Red clover, It: Italian ryegrass, Wc: White clover.

*** SR: Soiling rye, SM: Soiling maize, PP: Pasture plant, GM: Grain maize, SO: Soiling oats.

Table 3. Analytical results of every severity on the orchardgrass infected with summer blight

	Disease severity		
	R**	M	S
Dry matter percentage*	21.01	25.71	45.22
Ash	7.81	7.68	7.19
Crude silicate	1.59	1.82	3.04
Other mineral	6.22	5.86	4.15
Cellular content (CC)	37.84	39.09	36.04
Crude protein (CP)	16.73	19.31	15.95
Pepsin insoluble protein (PIP)	4.04	5.96	8.09
Pepsin soluble protein (PSP)	12.69	13.35	7.86
PSP/CP ratio*	75.85	69.79	49.26
Crude fat	4.92	4.33	4.12
Soluble carbohydrate	6.81	5.04	3.14
Mono, oligosaccharide	6.10	4.17	1.96
Fructosan	0.71	0.87	1.18
Fiber { NDF	61.10	59.71	62.05
ADF	34.96	33.80	35.81
Hemicellulose	26.14	25.91	26.24
Lignin	5.08	5.88	9.76
Digestible crude protein (DCP)	11.97	14.35	11.24
Total digestible nutrient (TDN)	67.61	64.46	50.25
Dry matter digestibility* (DMD)	64.09	60.87	54.52

%/Dry matter, *: %, **R: Non visible infection, M: Mild to moderate infection, S: Heavy infection.

総量が減少した。しかし可溶性糖類の中でフラクトサン含量は増加した。細胞内物質、灰分、可消化粗蛋白質、繊維 (NDF, ADF, ヘミセルローズ) などの含量は罹病程度に関係なく、ほぼ一定であった。しかし蛋白質のペ

プシン消化試験の結果、可溶性蛋白質含量が罹病程度の進展に伴い急激に低下し、粗蛋白質の絶対量は変化しないが、内容的に劣悪化することが示された。可溶性蛋白質の含量は、健全で約 75% の値を示したのに対し、罹病

Table 4. Correlation coefficients between disease lesion area percentage and chemical composition of orchardgrass infected with summer blight

Element	Correlation coefficient	Regression equation	Standard deviation
Dry matter percentage	0.835***	$Y=19.562+0.333 X$	0.036
Ash	-0.140		
Crude silicate	0.756***	$Y=1.483+0.020 X$	0.003
Other mineral	-0.459**	$Y=6.358-0.029 X$	0.009
Cellular content	-0.289		
Crude protein	-0.238		
Pepsin soluble protein	-0.765***	$Y=13.783-0.072 X$	0.010
Soluble carbohydrate	-0.813***	$Y=6.578-0.047 X$	0.006
Mono, oligosaccharide	-0.848***	$Y=5.863-0.054 X$	0.006
Fructosan	0.886***	$Y=0.751+0.006 X$	0.0005
Crude fat	-0.677***	$Y=4.758-0.010 X$	0.002
Fiber (NDF)	0.182		
ADF	0.288		
Lignin	0.943***	$Y=4.755+0.065 X$	0.004
Digestible crude protein (DCP)	-0.237		
Total digestible nutrient (TDN)	-0.930***	$Y=68.743-0.239 X$	0.016
Dry matter digestibility (DMD)	-0.895***	$Y=64.072-0.127 X$	0.010

***: $P<0.001$, **: $P<0.01$, *: $P<0.05$, $N=39$, X =Percentage of disease lesion area.

大では50%と、約25%の低下を示した(表3)。病斑面積率と飼料成分との相関は表4に示すように、乾物率、粗珪酸、乾物消化率、可溶性蛋白質、可溶性糖類、粗脂肪、リグニン、可消化養分総量と病斑面積率との間に高

い相関が認められた。しかしながら粗蛋白質および繊維成分との間には相関が認められなかった。各種成分間相関(表5)をみると病斑面積よりも、可消化養分総量や乾物消化率と各種成分との間に高い相関が認められた。

Table 5. The correlation matrix among the variable elements

Element	DM %	Ash	C-S	O-M	CC	DMD	CP
D. M. percentage (DM %)	1.000		***	**		—***	
Ash	-0.131	1.000		***	*	*	
Crude silicate (C-S)	0.794	0.167	1.000			—***	—**
Other mineral (O-M)	-0.466	0.907	-0.263	1.000	**	***	
Cellular content (CC)	-0.122	0.355	-0.234	0.447	1.000	***	***
Digestibility (DMD)	-0.713	0.382	-0.670	0.659	0.589	1.000	
Crude protein (CP)	-0.182	-0.147	-0.445	0.046	0.597	0.297	1.000
Pepsin soluble p. (PSP)	-0.644	0.038	-0.757	0.359	0.600	0.767	0.782
Soluble carbohydrate (Sugar)	-0.611	-0.160	-0.646	0.118	0.264	0.748	0.152
Mono, saccharide (MOS)	-0.640	-0.135	-0.676	0.155	0.280	0.782	0.179
Fructosan (Fruc.)	0.698	-0.117	0.725	-0.423	-0.325	-0.830	-0.350
Crude fat (C-Fat)	-0.586	0.051	-0.492	0.260	0.247	0.621	0.067
Fiber (NDF)	0.010	-0.378	0.124	-0.423	-0.989	-0.502	-0.572
ADF	0.124	-0.338	0.257	-0.440	-0.882	-0.578	-0.638
Lignin	0.820	-0.276	0.732	-0.582	-0.453	-0.923	-0.292
Total dig. nut. (TDN)	-0.836	-0.045	-0.883	0.332	0.319	0.823	0.454
Digestible CP (DCP)	-0.180	-0.147	-0.443	0.045	0.598	0.297	0.999
Lesion area ratio (LA %)	0.853	-0.140	0.756	-0.459	-0.289	-0.895	-0.238

$N=39$, ***: $0.1\%=0.507$, **: $1.0\%=0.408$, *: $5.0\%=0.316$.

b. 草地の造成年次の新旧と飼料成分の変化

前述の実験で試料を採取した 13 地点を、造成年次別に分析し比較した。各地点と造成年次は図 1 のとおりである。造成 1 年目の区で灰分含量、および乾物消化率が他の区よりもやや高いほかは、造成年次の新旧によって飼料成分には大きな変化はなく、罹病程度による成分の増減傾向も、草地の造成年次の新旧による影響はみられず、ほとんどが同じ傾向を示した（表 6, 7）。

3. 葉腐病によるイタリアンライグラスの飼料成分の変化

イタリアンライグラスの葉腐病はオーチャードグラス葉腐病と同様に、晩春から秋にかけて発生し、とくに雨季に蔓延する。真夏には乾燥と高温のために蔓延はやや停滞するが、秋の雨季に再び広がる。発病した株は高温乾燥と病気のために一層衰弱し、ひどい場合には再生不能となる。従って関東では二番草や三番草に大きな被害が現われる⁹⁾（図版 C）。

初めは地面に近い草むらの中から発生し、次第に上方に蔓延して、葉鞘や葉身および茎などすべての地上部を侵すというのが本病の一般的発生経過である。罹病部は初め灰緑色、水浸状に变じ、熱湯をかけたようになり、その部分は直ちに軟化し崩れて腐敗する⁹⁾。1975 年 6 月草地試験場内のコンクリート枠圃場に栽培されたイタリ

アンライグラスに、本病の自然発病を認めたので、罹病程度を 3 段階に分け葉腐病罹病葉を採取して（図版 D）、それぞれについて分析し、飼料成分を比較した。更に播種時期や品種間の違いによる飼料成分の変化も併せて検討した。

1) 実験材料と方法

4 倍体品種である マンモス A の秋播区（1974 年 9 月 4 日播種）と春播区（1975 年 3 月 17 日播種）からと、2 倍体品種であるナスヒカリの春播区（1975 年 3 月 17 日播種）から 1975 年 6 月 26 日に試料（3 番草）を採取した。試料はオーチャードグラス葉腐病の罹病程度基準と同様に、それぞれ健全（R）、罹病小（M）、罹病大（S）の 3 段階に分けて分析し、飼料成分を比較した。飼料成分の分析は既報の分析法⁵⁾に従った。

2) 実験結果

a. 飼料成分の変化

健全区における品種および播種期による違いは、ナスヒカリとマンモス A の 2 品種の春播区における各種成分間で顕著な差が認められなかった。しかしマンモス A 品種の健全区では、秋播区より春播区の方が植物体がやや軟弱で、乾物率、可溶性糖類含量、繊維成分およびリグニン含量が低く、逆に乾物消化率が高く、灰分、その他の無機成分、可消化粗蛋白質、粗脂肪の含量が高かった。これらの結果を表 8 に示す。

of orchardgrass infected with summer blight

PSP	Sugar	MOS	Fruc.	C-Fat	NDF	ADF	Lignin	TDN	DCP	LA %
—***	***	—***	***	—***	—*	—*	***	—***		***
—***	—***	—***	***	—**	—**	—**	***	—***	—**	***
*			—**		—**	—**	—***	*		—**
***			—*		—***	—***	—**	*	***	
***	***	***	—***	***	—**	—***	—***	***		—***
***			—*		—***	—***		**	***	
1.000	***	***	—***	**	—***	—***	—***	***	***	—***
0.602	1.000	***	—***	***		—*	—***	***		—***
0.640	0.997	1.000	—***	***		—*	—***	***		—***
—0.764	—0.667	—0.726	1.000	—***		*	***	—***	—*	***
0.419	0.644	0.656	—0.562	1.000			—***	***		—***
—0.518	—0.168	—0.181	0.235	—0.163	1.000	***	*		—***	
—0.627	—0.316	—0.329	0.346	—0.144	0.870	1.000	**	—*	—***	
—0.803	—0.775	—0.806	0.830	—0.529	0.350	0.470	1.000	—***		***
0.867	0.828	0.856	—0.838	0.627	—0.203	—0.370	—0.914	1.000	**	—***
0.782	0.153	0.179	—0.350	0.067	—0.573	—0.640	—0.292	0.454	1.000	
—0.765	—0.813	—0.848	0.886	—0.677	0.182	0.288	0.943	—0.929	—0.237	1.000

Table 6. Analytical results of every severity on the orchardgrass infected with summer blight (I)

Element	First harvest year			Second harvest year			Third harvest year			Fourth harvest year		
	R**	M	S	R	M	S	R	M	S	R	M	S
Dry matter percentage*	17.93	22.80	39.13	20.64	26.28	45.12	20.58	24.59	40.56	21.05	26.87	65.65
Ash	13.07	13.98	12.82	8.46	7.87	7.44	7.53	7.43	6.35	8.43	7.51	6.84
Crude silicate	2.09	2.29	3.23	1.80	1.94	3.02	1.35	1.70	2.73	2.15	1.60	2.75
Other mineral	10.98	11.69	9.59	6.66	5.93	4.42	6.18	5.73	3.62	6.28	5.91	4.09
Cellular content (CC)	39.82	42.22	39.57	38.15	39.17	35.24	37.54	38.97	35.48	38.66	42.98	42.24
Crude protein (CP)	15.24	17.53	17.34	15.46	17.71	14.85	16.79	19.28	15.05	14.31	23.79	20.20
Pepsin insoluble protein (PIP)	3.06	4.95	8.03	3.66	5.40	7.52	4.09	5.76	7.81	3.45	5.76	10.04
Pepsin soluble protein (PSP)	12.14	12.55	9.27	11.80	12.31	7.33	12.70	13.52	7.24	10.86	18.03	10.16
PSP/CP ratio*	79.66	71.63	53.46	76.33	69.51	49.36	75.64	70.12	48.11	75.89	75.79	50.30
Crude fat	4.67	4.44	4.54	4.99	3.91	3.93	4.86	4.30	4.27	5.13	4.36	4.21
Soluble carbohydrate	5.13	3.54	2.64	6.92	5.41	3.43	6.39	4.71	2.96	5.52	3.72	2.96
Mono, oligosaccharide	4.44	2.81	1.36	6.13	4.50	2.25	5.69	3.82	1.81	4.77	2.89	1.81
Fructosan	0.69	0.73	1.28	0.79	0.91	1.18	0.70	0.89	1.15	0.75	0.83	1.15
NDF	59.03	56.52	58.29	60.62	59.52	62.75	61.34	59.81	62.71	60.17	55.73	56.01
ADF	33.70	32.81	33.01	34.84	33.51	35.95	35.62	34.33	36.91	35.95	32.57	34.08
Hemicellulose	25.33	23.71	25.28	25.78	26.01	26.80	25.72	25.48	25.80	24.22	23.16	21.93
Lignin	4.46	4.96	8.39	4.96	5.76	9.51	5.01	6.08	9.75	5.14	6.10	9.92
Digestible crude protein (DCP)	10.54	12.67	12.49	10.79	12.86	10.23	12.02	14.33	10.39	9.71	18.49	15.16
Total digestible nutrient (TDN)	62.73	69.14	52.51	66.12	62.96	49.12	68.06	64.05	50.73	62.52	65.02	51.46
Dry matter digestibility* (DMD)	70.23	63.65	57.97	64.40	61.95	54.49	63.29	60.14	53.79	62.99	61.74	56.58

%/Dry matter, *: %, **: Non visible infection, M: Mild to moderate infection, S: Heavy infection.

Table 7. Analytical results of every severity on the orchardgrass infected with summer blight (II)

Element	Fifth harvest year			Sixth harvest year			Seventh harvest year		
	R**	M	S	R	M	S	R	M	S
Dry matter percentage*	22.08	27.02	44.31	21.09	23.89	38.77	23.18	29.41	60.67
Ash	6.17	6.78	6.77	7.66	6.49	5.64	6.68	7.01	8.26
Crude silicate	1.26	1.87	3.07	1.76	1.50	2.55	1.56	2.18	5.03
Other mineral	4.91	4.91	3.70	5.90	4.99	3.09	5.12	4.83	3.23
Cellular content (CC)	38.19	38.62	35.99	36.06	37.14	34.91	37.79	37.61	32.07
Crude protein (CP)	18.06	18.99	15.95	16.84	20.31	16.69	18.90	18.80	13.80
Pepsin insoluble protein (CP)	4.21	5.82	7.57	4.33	6.28	9.15	5.04	6.24	7.70
Pepsin soluble protein (PIP)	13.85	13.17	8.38	12.51	14.03	7.54	13.86	12.56	6.10
PSP/CP ratio*	76.69	69.35	52.54	74.29	69.08	45.18	73.29	66.77	44.36
Crude fat	5.10	4.47	3.87	4.65	4.60	4.45	4.97	4.14	3.63
Soluble carbohydrate	8.31	6.00	3.62	6.77	4.97	2.91	7.04	5.34	2.75
Mono, oligosaccharide	7.49	5.04	2.42	5.97	4.14	1.79	6.36	4.59	1.61
Fructosan	0.64	0.96	1.20	0.80	0.83	1.13	0.68	0.75	1.14
NDF	61.04	60.21	62.43	62.83	61.93	63.29	60.99	60.99	64.85
ADF	34.48	33.81	35.49	35.50	34.39	36.04	33.85	33.83	37.28
Hemicellulose	26.56	26.40	26.94	27.33	27.54	27.25	27.14	27.16	27.57
Lignin	5.20	5.68	9.45	5.24	6.47	10.56	5.38	5.69	10.83
Digestible crude protein (DCP)	13.01	14.19	11.22	12.07	15.26	11.93	13.96	13.78	9.25
Total digestible nutrient (TDN)	71.21	65.87	51.16	68.15	66.27	51.37	69.44	64.64	42.65
Dry matter digestibility* (DMD)	64.29	60.48	54.86	62.33	60.05	53.62	63.70	60.01	51.90

%/Dry matter, *: %, **R: Non visible infection, M: Mild to moderate infection, S: Heavy infection.

Table 8. Analytical results of every severity on the Italian ryegrass infected with summer blight

Element	Cultivar	Seeding time	Disease severity	CV. Nasuhikari			CV. Mammoth A			CV. Mammoth A			Average		
				Spring			Spring			Autumn			R	M	S
				R**	M	S	R	M	S	R	M	S			
Dry matter percentage*				10.5	9.8	10.9	10.0	9.4	11.8	13.5	11.6	10.3	11.3	10.3	11.0
Ash				11.95	12.40	12.60	13.38	14.48	13.94	10.55	12.44	16.00	11.96	13.11	14.18
Crude silicate				1.81	2.31	3.67	2.17	3.99	4.86	2.75	3.74	8.49	2.24	3.35	5.67
Other mineral				10.14	10.09	8.93	11.21	10.49	9.08	7.80	8.74	7.51	9.72	9.76	8.51
Cellular content (CC)				50.80	47.87	46.78	52.39	49.49	46.82	44.97	45.74	43.12	49.39	47.70	45.57
Crude protein (CP)				22.42	25.45	25.07	26.39	26.02	25.28	18.34	22.08	21.18	22.38	24.55	23.85
Pepsin insoluble protein (PIP)				3.22	6.88	8.32	4.05	5.48	7.77	3.26	4.11	5.65	3.51	5.49	7.25
Pepsin soluble protein (PSP)				19.20	18.66	16.75	22.34	20.54	17.51	15.08	17.97	15.53	18.87	19.06	16.60
PSP/CP ratio*				85.64	73.06	66.81	84.65	87.94	69.26	82.22	81.39	73.32	84.17	77.80	69.80
Crude fat				5.59	5.09	5.51	5.13	5.18	5.80	4.91	4.79	4.39	5.33	5.02	5.23
Soluble carbohydrate				9.45	5.12	3.46	6.99	3.33	3.79	8.69	3.58	4.45	8.37	4.01	3.89
Mono, oligosaccharide				8.00	4.15	2.46	6.03	2.14	2.85	7.82	2.80	3.64	7.28	3.03	2.97
Fructosan				1.45	0.97	1.00	0.96	1.19	0.94	0.87	0.78	0.81	1.09	0.98	0.92
NDF				46.82	49.26	50.39	45.08	46.88	49.24	53.06	51.06	51.36	48.32	49.07	50.33
ADF				25.85	25.08	25.44	23.43	24.71	25.86	30.80	27.96	27.90	26.69	25.92	26.40
Fiber				20.97	24.18	24.95	21.65	22.17	23.38	22.26	23.10	23.46	21.63	23.15	23.93
Hemicellulose				1.50	2.70	4.24	1.53	2.98	3.75	3.57	3.83	4.38	2.20	3.17	4.12
Lignin															
Digestible crude protein (DCP)				17.22	20.10	19.66	20.88	20.54	19.86	13.45	16.90	16.07	17.18	19.18	18.53
Total digestible nutrient (TDN)				73.45	69.98	64.49	71.72	64.49	64.13	66.58	62.05	53.64	70.58	65.51	60.75
Dry matter digestibility* (DMD)				73.60	69.08	65.32	74.09	71.07	67.48	67.72	68.00	64.63	71.80	69.37	65.81

%/Dry matter, *: %, **R: Non visible infection, M: Mild to moderate infection, S: Heavy infection.

Table 9. Correlation coefficients between disease lesion area percentage and chemical composition of Italian ryegrass infected with summer blight

Element	Correlation coefficient	Regrssion equation	Standard deviation
Dry matter percentage	-0.084		
Ash	0.594		
Crude silicate	0.741*		
Other mineral	-0.457		
Cellular content	-0.567		
Crude protein	0.215		
Pepsin soluble protein	-0.446		
Soluble carbohydrate	-0.780*		
Mono, oligosaccharide	-0.774*		
Fructosan	-0.362		
Crude fat	0.051		
Fiber { NDF	0.339		
ADF	-0.047		
Lignin	0.770*		
Digestible crude protein (DCP)	0.217		
Total digestible nutrient (TDN)	-0.716*		
Dry matter digestibility (DMD)	-0.783*		

***: $P < 0.001$, **: $P < 0.01$, *: $P < 0.05$, $N=9$. X =Percentage of disease lesion area.

罹病に伴う飼料成分の変化をみると、罹病程度の進展とともに成分含量が増加するものは、細胞膜物質、繊維成分 (NDF, ヘミセルローズ), リグニン, 灰分, 粗珪酸などであり、逆に減少するものは、可溶性糖類含量と乾物消化率であった。なかでも、可溶性糖類含量の減少は著しかった。

b. 病斑面積率と飼料成分との相関

表9にも示したように、病斑面積率との間に高い相関が認められるものがなく、わずかに5%水準で有意なものは粗珪酸、乾物消化率のほか2, 3の成分だけであった。1%水準以上の相関が認められたものに限って回帰式を求めた関係上、本病では回帰式が得られなかった。従って結果として示さなかったが各種成分間の相関もあり認められず、ただ乾物消化率、可溶性蛋白質と繊維成分、リグニンなどで高い相関が認められたにすぎなかった。

4. 葉腐病によるシロクローバの飼料成分の変化

前述したように、多犯性である *R. solani* はイネ科牧草だけでなく、マメ科牧草にも大きな被害を与える。マメ科牧草における発生生態もオーチャードグラスやイタリアンライグラスで述べたと全く同様である。シロクローバでは、葉、茎、ランナーなど地上部のすべてが侵される。発生が激しいときには、罹病した小葉が水浸状に

軟化、崩れて落葉し、茎やランナーを覆う。病勢がさらに進むと再生不良、さらには株が枯死する。梅雨期から秋にかけてのシロクローバの重要な病害である⁸⁾。このため、前述のイネ科牧草と同様、葉腐病の罹病に伴うシロクローバの飼料成分の変化を調査した。

1) 実験材料と方法

草地試験場の試験圃場のシロクローバに葉腐病 (図版E) が自然発病したので、健全 (R: 病斑が認められないもの)、罹病小 (M: ほんの僅かの病斑を有するものから、茎葉全体の半分以上に病斑があるもの)、罹病大 (S: 茎葉全体の半分以上に病斑があるもの) の3段階に分けて、1972年7月21日に試料を採取した。試料を既報⁵⁾の分析法に従って分析し、飼料成分を比較した。

2) 実験結果

乾物率は健全と罹病小とも13%台でほとんど変らなかったが、罹病大では倍以上の35%と非常に高い値を示した。灰分含量は罹病程度に関係なくほぼ一定であったが、粗珪酸含量の値は罹病程度の進展とともに高くなった。細胞膜物質の割合も粗珪酸と同様の傾向を示し、特に罹病大では健全に比べ倍近い値を示した。繊維成分 (NDF, ADF, ヘミセルローズ) 含量は健全が最も低く、罹病小でやや増加し、罹病大では急激に増加した。リグニン含量も同様の傾向を示した。特にヘミセルローズとリグニンの含量は罹病大では桁はずれに高い値を示した。

Table 10. Analytical results of every severity on the white clover infected with summer blight

Element	Disease severity		
	R**	M	S
Dry matter percentage*	13.0	13.9	35.1
Ash	11.69	12.68	12.14
Crude silicate	0.55	0.83	1.80
Other mineral	11.14	11.85	10.34
Cellular content (CC)	72.26	67.85	48.90
Crude protein (CP)	30.38	26.82	23.51
Pepsin insoluble protein (PIP)	4.31	5.27	12.65
Pepsin soluble protein (PSP)	26.07	21.55	10.86
PSP/CP ratio*	85.81	80.35	46.19
Crude fat	3.39	3.30	1.96
Soluble carbohydrate	9.24	8.34	4.06
Mono, oligosaccharide	8.10	7.24	2.48
Fructosan	1.14	1.10	1.58
Fiber	NDF	30.84	47.70
	ADF	25.44	36.07
	Hemicellulose	5.40	11.63
Lignin	4.17	5.20	18.56
Digestible crude protein (DCP)	24.59	21.26	18.21
Total digestible nutrient (TDN)	58.44	56.14	36.46
Dry matter digestibility* (DMD)	78.27	75.97	62.25

%/Dry matter, *: %, **R: Non visible infection, M: Mild to moderate infection, S: Heavy infection.

粗蛋白質、粗脂肪、可溶性炭水化物などの含量は罹病によって減少する傾向を示した。罹病大では、健全や罹病小よりも粗蛋白質の含有割合が減少するとともに、可溶性蛋白質含量が半分以下に減少し、蛋白質分画のうちの不溶性蛋白質の割合が増加した。表10に示したように、可溶性炭水化物の場合も健全や罹病小に比べ、罹病大では含量が半分以下に減少し、単少糖類含量は1/3に減少した。しかしフラクトサンの値は罹病大でわずかに増加していた。乾物消化率は健全に比べ罹病小でわずかに低下し、罹病大で急激に低下した。可消化養分総量でも全く同様な傾向が認められた。

5. 葉腐病による飼料成分の変化についての考察

葉腐病菌の *Rhizoctonia solani* Kühn は多犯性の菌で、飼料作物のほとんどの草種を侵す。葉腐病の場合、気象条件によって病勢の進展が大きく左右され、2—3日で全く異なる病状および被害状況に変化することが多い⁵⁾。このように病状が流動的であるために圃場では、調査時点での発病状況をとらえるために表1に示したように、無病(0)から甚発病(V)までの6段階に分けて調査した。しかし、飼料成分の分析実験においては、罹

病程度を細分しても、病葉1枚ごとの罹病程度の判定がきわめて困難であることから、実験精度の向上は期待できないと考え、いずれの草種も罹病程度を3段階に大別して試料を採取し、飼料成分を分析し比較した。オーチャードグラス、イタリアンライグラスでは、葉腐病に罹病することにより粗珪酸やリグニンの含量が増加し、可溶性糖類や粗脂肪の含量が減少し、乾物消化率が低下した。しかし繊維成分や粗蛋白質の含量は罹病程度に関係なくほぼ一定であった。蛋白質のペプシン消化試験の結果、可溶性蛋白質の含量が罹病程度の進展に伴い急激に低下し、粗蛋白質の総量には変化がないが、罹病によって質的に劣悪化していることが推察された。

シロクロローバ葉腐病の場合には、粗蛋白質、粗脂肪および可溶性糖類などの含量が罹病程度の進展に伴って減少し、繊維成分およびリグニンの含量が増加した。特に粗蛋白質含量は、高蛋白質飼料と呼ばれるだけに、30%に達するが、罹病によって減少し、更に前記2草種の葉腐病でも見られたように、可溶性蛋白質の含量が急激に減少し、罹病による蛋白質の質的变化が示唆された。更に可溶性糖類の中で、単少糖類の含量の減少が著しい。罹病大におけるリグニンの値が桁はずれに多くなったが、これは試料採取時に、罹病部が枯死し、地面と接触

し、細かい土砂が混入したためと考えられた。

オーチャードグラス葉腐病の発生について場内の造成後1年目から7年目までの13個所の草地について調査した。造成年次の新旧、栽培面積の大小や単・混播と罹病程度との間に一定の関係は認められなかった。しかし前作物と本病発生との間には深い関係が認められ、トウモロコシ連作圃場の跡地は発生が多く、牧草地や原野の跡地では発生が比較的少なかった。更に草地造成年次の違いによって飼料成分の差、および病気による成分の増

減傾向にも差は認められなかった。イタリアンライグラスの倍数性の異なる2品種間では飼料成分には大きな差は認められず、播種期による違いが大きく現われた。すなわち、春播のものよりも秋播のものの方が乾物率が高く、繊維成分やリグニン含量が多く、粗蛋白質含量が少なく、一般に粗剛な外観を示していた。

オーチャードグラス葉腐病において、病斑面積率と飼料成分との相関を求めたところ、各種成分と可消化養分総量および乾物消化率との間で高い相関が認められ、こ

Table 11. The tendency of change in the chemical composition and nutritive value on the forage crops infected with summer blight (*Rhizoctonia solani*)

Host	Orchardgrass	Italian ryegrass	White clover
Disease name	Summer blight	Summer blight	Summer blight
Latin name	<i>R. solani</i>	<i>R. solani</i>	<i>R. solani</i>
Disease severity	R*—③→S	R—③→S	R—③→S
Dry matter %			
Ash			
Crude silicate			
Cellular content			
Crude protein			
Pepsin insoluble P.			
Pepsin soluble P.			
Crude fat			
Soluble carbohydrate			
Fiber { NDF			
ADF			
Lignin			
Digestible CP			
Total dig. nutrient			
D. M. Digestibility			

*R: Healthy plant, S: Diseased plant, ③: Numbers of disease severity index scale.

** : Increased as the disease severity increased. : Decreased.

: Slightly changed. : Heavily changed. — : Not changed.

の2成分が本病による質的被害のうちで最も影響を受けやすい成分であることが示された。従って可消化養分総量の回帰式 $Y = 68.743 - 0.239X$ および乾物消化率の回帰式 $Y = 64.072 - 0.127X$ を用いることによって、本病による質的被害がある程度推定できるものと考えられる。イタリアンライグラス葉腐病の場合には、病斑面積率とほとんどの成分との間で相関が認められず、従って信頼度の高い回帰式も得られなかった。

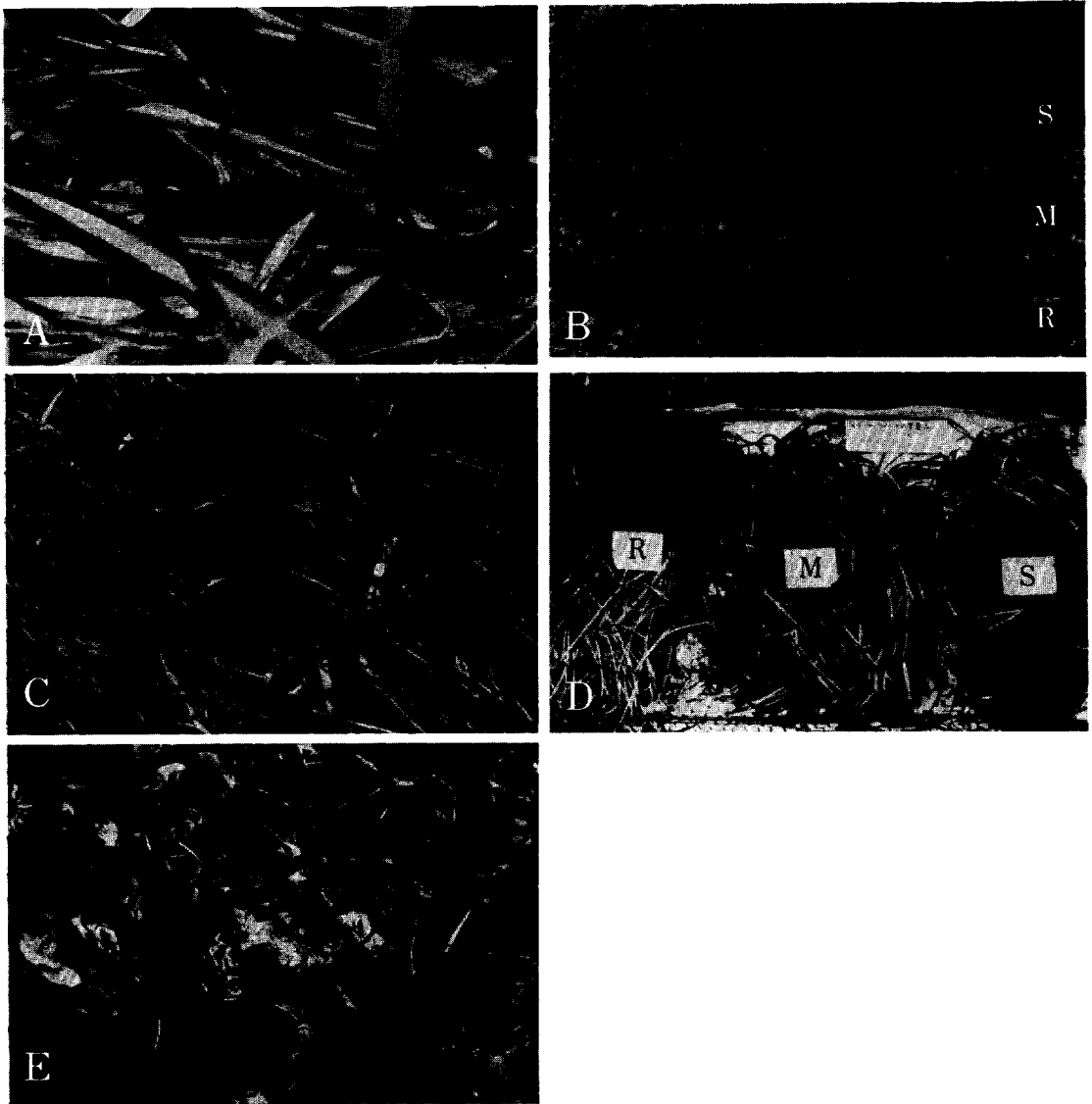
Rhizoctonia 菌による牧草の葉腐病は、外国ではあまり発生が多くなく、報告も少ないので比較することができないが、3草種についての本研究の結果から、葉腐病と飼料成分との関係で特に注目される点は、第1に可溶性糖類、なかでも単少糖類の減少が著しい。第2に罹病程度が進むにつれて、粗蛋白質中の可溶性蛋白質が著しく減少し、逆に不溶性蛋白質が増加して、蛋白質の質的な変化が起こる。この場合、イネ科牧草では罹病程度が進んでも粗蛋白質の総量は変わらない。これに対して蛋白質含量の高いシロクロパでは、粗蛋白質も若干減少する。葉腐病の罹病に伴う飼料成分の変化を模式的に表11にまとめた。この表から上述の2点のほかに、罹病によるリグニンの増加が挙げられる。

土壤伝染性病害である牧草の葉腐病の場合には、上述のように若干の質的な被害は生ずるが、全体としてみれば被害の主体は、生草収量の減少にあると考えられる。

罹病面積、罹病程度、生草（または乾物）収量、裸地率や再生程度などの量的な被害に関する要因の測定を重視する方が、より正確な被害の実態を把握できるものと考ええる。

引用文献

1. 井澤弘一・阿部 亮・西原夏樹 (1974): 飼料価値に及ぼす病害の影響. I. 冠さび病によるイタリアンライグラスの化学成分の変化. 日植病報 40: 86-92.
2. 井澤弘一・西原夏樹 (1975): 飼料価値に及ぼす病害の影響. II. 冠さび病によるイタリアンライグラスの質的・量的被害. 草地試験報 6: 87-94.
3. 井澤弘一 (1976): 病害による牧草飼料価値の低下. 植物防疫 30: 164-170.
4. 井澤弘一 (1980): 牧草葉腐病の発生病態に関する研究. I. 葉腐病菌を接種した採草地. 草地試験報 16: 78-89.
5. 井澤弘一 (1982): 病害による牧草・飼料作物の質的被害に関する研究. I. さび病菌に感染した飼料作物の飼料成分の変化. 草地試験報 21: 30-53.
6. 井澤弘一 (1982): 病害による牧草・飼料作物の質的被害に関する研究. II. うどんこ病菌に感染したオーチャードグラスとアカクロパの飼料成分の変化. 草地試験報 22: 74-82.
7. 井澤弘一 (1983): 病害による牧草・飼料作物の質的被害に関する研究. III. ヘルミントスボリウム病菌に感染した飼料作物の飼料成分の変化. 草地試験報 24: 41-56.
8. 西原夏樹 (1961): 牧草の病害. (I) クローパーとアルファルファ. 千葉農試資料 I: 14-17.
9. 西原夏樹 (1962): 牧草の病害. (II) グラス類. 千葉農試資料. II: 166-174.



Plate

- A. Leaves of orchardgrass infected with summer blight
 - B. Severity index scale of orchardgrass leaves infected with summer blight
 - C. Stems and leaves of Italian ryegrass infected with summer blight
 - D. Collected leaves of Italian ryegrass infected with summer blight
 - E. Leaves of white clover infected with summer blight
- (R: Non visible infection, M: Mild to moderate infection,
S: Heavy infection)

SUMMARY

Deterioration in the Chemical Composition and Nutritive
Value of Forage Crops by Foliar DiseasesIV. Chemical Composition and Nutritive Value of Forage Crops Infected
with Summer Blight Diseases

Kouichi ISAWA

*Environment Division, National Grassland Research Institute,
Nishinasuno, Tochigi, 329-27 Japan**Present Address: Yamagata Prefectural Horticultural Experiment Station
Shima, Sagae, Yamagata, 991 Japan*

Received August 28, 1982.

This investigation was undertaken to evaluate the influence of summer blight (*Rhizoctonia solani* Kühn) infection on the chemical compositions and nutritive value of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.), Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lamarck) and white clover (*Trifolium repens* L.).

The affected leaves were classified into three grades with disease severity (R: Non visible infection, M: Mild to moderate infection, S: Heavy infection) and the quality of the leaves of each grade was determined.

The tendency of the changes of the content of chemical compositions due to the summer blights infection was almost same among the three crops. As the disease advanced, the contents of soluble carbohydrate, pepsin soluble protein, total digestible nutrient and dry matter digestibility decreased, while those of crude silicate, pepsin insoluble protein, fiber (NDF) and lignin increased. Dry matter percentage increased slightly. Above all, remarkable changes were observed in the contents of pepsin soluble protein, soluble carbohydrate, insoluble protein and lignin. These changes were considered to be characteristic of the summer blights, since significant changes such as were not observed on rust, powdery mildew and *Helminthosporium* diseases as previously reported.

These results indicated that the summer blights might cause the considerable deterioration of quality on these crops, besides the quantitative loss in yield.

Bull. Natl. Grassl. Res. Inst. 24: 57-70 (1983)