

混播牧草の集団構成に関する研究

V 主体イネ科草種を異にした混播草地の草収量と草種構成に及ぼす栽培要因の効果

脇 本 隆†

STUDIES ON POPULATION COMPOSITION IN GRASS-LEGUME MIXTURE

5. The Effects of Cultivation Factors on the Forage Yields and Their Botanical Compositions of Grass-Legume Mixtures Differing a Main Grass

Takashi WAKIMOTO

チモンシーおよびオーチャードグラスのそれぞれ2品種を主体にしてメドウフェスクを共通に組合せた主体イネ科草種(品種)要因4水準、マメ科草種組合せ要因2水準、イタリアンライグラス組合せ要因2水準および施肥要因2水準をL₃₂(2³¹)直交表によりわりつけた試験区を設け、1~5年次にわたり、草収量と草種構成の推移をみた。5年次の時点ではオーチャードグラスおよびラジノクローバは優勢となったが、チモンシーやアカクローバは構成の中に見出されず、メドウフェスクの草勢も小となった。ここに至る経過に及ぼす栽培要因の効果を検討し、草種組合せに関する2~3の知見を得た。

I 緒 言

根釧地方における採草地管理上の大きな問題点は1番草の刈取期間が極めて長期にわたることである。適期に刈取ることによって原料草の質と量の向上を図るべきことが指導奨励されているが、1番草の適期とはイネ科草種の出穂期とするのが常識的である。当地方における主要な採草用イネ科草種としてオーチャードグラス、チモンシーついでメドウフェスクもあげられるが、もし、採草地のすべてが同様な草種構成からなるとすれば、出穂期が一齐に到来し、適期刈取りが不可能となることはいうまでもない。

したがって、出穂期の異なったイネ科草種をそれぞれ主体とした採草地を適宜に配合して、刈取

期を適当にずらすことができれば合理的であり、さらに、刈取りや調製方法の面から、作業期間の短縮を図ることができれば適期間内に刈取りを終了することも可能である。

このような見地から、早刈り用としてオーチャードグラス、遅刈り用としてチモンシーをそれぞれ主体イネ科草種として随伴草種のメドウフェスクを組合せた中で、主体イネ科草種の主体性確立の推移、マメ科草種やイタリアンライグラスの組合せ効果および施肥処理の効果等を草収量や構成草種間の相互関係を通じて考察しようとした。

本文を草するにあたり、試験設計のご指導をいただいた農林省農業技術研究所塩見正衛技官に深謝の意を表するとともに調査にご協力いただいた根釧農業試験場作物科関係者に感謝する。

† 根釧農業試験場

II 試験方法

1. 供試草種の種子特性 (Table 1)
2. 試験要因とそれらの水準 (Table 2)
3. 草種組合せと播種量 (Table 3)
4. 試験区の配置

反復 R, D, A₁, A₂, B および C の各要因を L₃₂ (2¹¹) 直交表の列番 1, 2, 4, 8, 16 および 19 にそれぞれわりつけた。試験区の設置にあたり, R, D, A₁ を 1 次因子, A₂, B および C を 2 次因子とする分割区法を用いた。すなわち, 反復, 主体イネ科草種および施肥要因を組合せた 8 区 (1 次単位)

Table 1. The seed characters of species (variety).

Species	Variety	Weight per 1,000 kernels	Rate of germination
Orchard grass (Or)	Local	0.70 g	60.3 %
	Frode	0.97	63.6
Timothy (Ti)	Local	0.37	97.2
	Climax	0.47	96.2
Meadow fescue (Me)	Daehnfeldt Leto	2.33	88.4
Ladino clover (Lc)	Commercial	0.63	90.9
Red clover (Rc)	Local	1.97	80.8
Italian rye grass (It)	Commercial	2.53	97.6

Table 2. Experimental factors and their levels.

Factor	Level	
	1	2
Main grass (A)		
Species (A ₁)	Timothy	Orchardgrass
Variety (A ₂)	Local	Climax (Ti)
	Local	Frode (Or)
Legume (B)	Lc-Rc	Rc-Lc
Italian rye grass (C)	not Mixed	Mixed
Fertilization kg/10 a (D)	3-3-10-Manure 2,000	6-6-20-no Manure

Table 3. The combinations of species and the amounts of seeds.

Combination	Orchardgrass		Timothy		Meadow fescue	Ladino clover	Red clover	Italian rye grass
	Local	Frode	Local	Climax				
1. A ₂ A ₁ B ₁	58.2 (5)				26.2 (1)	27.6 (4)	48.7 (2)	34.7 (1.3)
2. A ₂ A ₁ B ₂	58.2				26.2	13.8 (2)	97.3 (4)	34.7
3. A ₂ A ₂ B ₁		76.4 (5)			26.2	27.6	48.7	34.7
4. A ₂ A ₂ B ₂		76.4			26.2	13.8	97.3	34.7
5. A ₁ A ₁ B ₁			19.1 (5)		26.2	27.6	48.7	34.7
6. A ₁ A ₁ B ₂			19.1		26.2	13.8	97.3	34.7
7. A ₁ A ₂ B ₁				24.4 (5)	26.2	27.6	48.7	34.7
8. A ₁ A ₂ B ₂				24.4	26.2	13.8	97.3	34.7

The number (ten thousand) of germinable seeds per are appears in a parenthesis.

のそれぞれの中に主体イネ科品種、マメ科草種組合せおよびイタリアンライグラス組合せの各要因を組合せた細区(2次単位)を4区ずつ配置した。細区面積は 22.5 m^2 ($4.5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$) である。1967 年

5 月に試験区を設置した。

5. 施肥量 (Table 4)

6. 刈取期 (Table 5)

Table 4. The amounts of fertilizers (kg per 10 a).

Kinds of fertilizer	1 st year			2 nd year~5 th year			
	Basal	after 1 st cutting	late fall	early spring	after 1 st cutting	after 2 nd cutting	late fall
1 st level							
Ammonium sulfate	15	15	—	5	5	5	—
Super phosphate	25	25	—	2.5	2.5	2.5	—
Fused phosphate	100	—	—	2.5	2.5	2.5	—
Sulfate potash	12	12	—	8	6	6	—
Manure	—	—	2,000	—	—	—	2,000
2 nd level							
Ammonium sulfate	20	20	—	10	10	5	5
Super phosphate	25	25	—	5	5	—	5
Fused phosphate	100	—	—	5	5	—	5
Sulfate potash	16	16	—	10	10	10	10

Table 5. The dates of cutting.

Yearly and plot	1 st cutting	2 nd cutting	3 rd cutting
1 st year			
Orchard grass plot	Aug. 1	Sept. 25	
Timothy plot	Aug. 1	Sept. 25	
2 nd year			
Orchard grass plot	June 19	July 31	Sept. 4
Timothy plot	June 27	Aug. 10	Sept. 24
3 rd year			
Orchard grass plot	June 16	July 26	Sept. 20
Timothy plot	June 24	Aug. 1	Sept. 21
4 th year			
Orchard grass plot	June 10	July 27	Sept. 16
Timothy plot	June 17	July 31	Sept. 17
5 th year			
Orchard grass plot	June 18	Aug. 2	Sept. 17
Timothy plot	June 24	Aug. 9	Sept. 22

III 試験結果

1. 構成草種の草勢推移

第1年次 5月30日に播種したが、試験区の立毛は良好であり、期待立毛数に対して実際立毛数は次のとおりであった。

Table 6. The average stand numbers of seedling (thousand/a).

Plot	Italian rye grass	Grasses	Legumes
Timothy plot	24.4	77.9	78.9
Orchard grass plot	23.3	65.7	83.2
Expected number	13.0	60.0	60.0

1番草の草種構成は雑草（ハコベおよびオオツメクサ）が相当量混入し、草種間の平均草量は It>Me>Rc>Lc>Or>Ti のように、試験区の主体となるように期待した Or や Ti の草量は極めて小であった。2番草では雑草はほとんどみられなくなり、構成草種の平均草量は1番草よりも増大したが、その順位は It>Me>Lc>Rc>Or となり、Ti は構成の中にみられなかった (Table 7)。

第2年次 1番草では Me の草量が大きく、次いで Rc, Lc であった。主体草種としての Or および Ti は依然として草量が劣り、区によってはいちじるしくマメ科優勢となった。2番草では Ti, Me および Rc の草量は1番草よりも低下し、Or および Lc は増大したが、Ti および Or のいずれの主体区もマメ科がいちじるしく優勢となった。3番草では Ti は構成の中に見られず、Or と Rc は2番草の草量とほぼ同等、Me はやや増大し、Lc はやや減少した。3番草もマメ科がいちじるしく優勢となった (Table 8)。

第3年次 1番草の草量は Me がもっとも大きく、次いで Or であり前年次よりも草勢が大となった。Ti の草量はいちじるしく小であった。Lc は Rc よりも草量が大となり、Rc は前年よりもいちじるしく劣勢となった。全体としてイネ科優勢の状態となった。2番草では Ti の草量は極めて小となり、Or は1番草よりもやや大となった。Me は約半減した。Rc は極めて劣勢となり、

Table 7. The cured hay yields (kg/10 a) of the components in mixtures on the 1st year.

D A ₁ A ₂ B C	It	Tt	Or	Me	Rc	Lc	Total
1 1 1 1 1	—	3	—	117	81	126	327
1 1 1 2 2	198	2	—	107	107	66	480
1 1 2 1 1	—	6	—	112	115	186	419
1 1 2 2 2	198	1	—	82	89	52	422
1 2 1 1 1	—	—	51	81	73	122	327
1 2 1 2 2	125	—	8	154	126	30	443
1 2 2 1 1	—	—	45	108	43	130	326
1 2 2 2 2	178	—	11	121	97	55	462
2 1 1 1 2	252	1	—	104	55	49	461
2 1 1 2 1	—	4	—	110	111	132	357
2 1 2 1 2	176	1	—	89	89	45	400
2 1 2 2 1	—	2	—	119	69	99	289
2 2 1 1 2	156	—	12	130	100	38	436
2 2 1 2 1	—	—	25	54	57	155	291
2 2 2 1 2	151	—	40	83	63	29	366
2 2 2 2 1	—	—	95	119	68	132	414
1 1 1 1 2	126	3	—	127	23	87	366
1 1 1 2 1	—	2	—	123	107	62	294
1 1 2 1 2	160	2	—	92	79	82	415
1 1 2 2 1	—	3	—	135	94	73	305
1 2 1 1 2	161	—	9	127	40	85	422
1 2 1 2 1	—	—	49	71	148	53	321
1 2 2 1 2	167	—	16	140	53	47	423
1 2 2 2 1	—	—	54	50	122	35	261
2 1 1 1 1	—	3	—	101	171	64	339
2 1 1 2 2	242	3	—	59	67	85	456
2 1 2 1 1	—	3	—	166	104	78	351
2 1 2 2 2	173	1	—	132	76	99	481
2 2 1 1 1	—	—	33	100	115	43	291
2 2 1 2 2	165	—	9	144	60	72	450
2 2 2 1 1	—	—	43	81	145	44	313
2 2 2 2 2	146	—	15	91	46	73	371

Lc は1番草よりも大となった。全体としてマメ科率はほぼ50%であった。3番草では Or の草量は2番草と同程度かやや大となり、Me もやや大となった。Rc は2番草よりも劣勢となり、Lc は同程度かやや大となった。一般に Ti 主体区はマメ科優勢となり、Or 主体区はイネ科優勢となった (Table 9)。

第4年次 1番草における Or および Me の草

Table 8. The cured hay yields (kg/10 a) of the components in mixtures on the 2nd year.

D A ₁ A ₂ B C	Ti	Or	Me	Rc	Lc	Total
1 1 1 1 1	31	—	312	217	308	868
1 1 1 2 2	20	—	241	315	247	823
1 1 2 1 1	25	—	337	100	407	869
1 1 2 2 2	29	—	153	354	191	727
1 2 1 1 1	—	154	196	153	258	761
1 2 1 2 2	—	57	136	252	202	647
1 2 2 1 1	—	156	140	198	328	822
1 2 2 2 2	—	102	143	253	225	723
2 1 1 1 2	57	—	221	101	466	845
2 1 1 2 1	17	—	381	317	195	910
2 1 2 1 2	11	—	145	238	363	757
2 1 2 2 1	52	—	398	295	191	937
2 2 1 1 2	—	47	114	129	298	617
2 2 1 2 1	—	77	314	160	225	776
2 2 2 1 2	—	81	64	155	360	660
2 2 2 2 1	—	124	201	245	210	780
1 1 1 1 2	50	—	182	169	437	838
1 1 1 2 1	31	—	481	265	199	969
1 1 2 1 2	30	—	164	221	344	759
1 1 2 2 1	46	—	318	329	218	911
1 2 1 1 2	—	93	92	164	268	617
1 2 1 2 1	—	99	212	217	143	671
1 2 2 1 2	—	137	80	142	317	676
1 2 2 2 1	—	178	216	209	98	701
2 1 1 1 1	37	—	346	189	245	817
2 1 1 2 2	49	—	226	291	197	763
2 1 2 1 1	10	—	487	140	219	856
2 1 2 2 2	14	—	197	233	299	743
2 2 1 1 1	—	168	190	75	254	687
2 2 1 2 2	—	41	100	334	204	679
2 2 2 1 1	—	140	240	162	285	827
2 2 2 2 2	—	167	114	174	210	665

量は前年次の 1 番草よりも増大したのに対して、Ti は構成からまったく消失した。また、Rc の草量は前年次よりもいちじるしく減退したのに対して Lc は増大した。両主体区ともイネ科優勢の状態となった。2 番草の Or の草量は 1 番草よりも上回ったり、あるいは下回ったりする場合がみられたが、Me はいちじるしく減少した。マメ科はほとんど Lc のみとなり、その草量は 1 番草より

Table 9. The cured hay yields (kg/10 a) of the components in mixtures on the 3rd year.

D A ₁ A ₂ B C	Ti	Or	Me	Rc	Lc	Total
1 1 1 1 1	32	—	641	42	331	1,036
1 1 1 2 2	22	—	705	93	260	1,080
1 1 2 1 1	6	—	584	83	259	932
1 1 2 2 2	3	—	425	132	418	978
1 2 1 1 1	—	427	229	12	265	933
1 2 1 2 2	—	267	245	107	293	912
1 2 2 1 1	—	298	248	23	310	879
1 2 2 2 2	—	309	236	39	246	830
2 1 1 1 2	24	—	636	29	367	1,056
2 1 1 2 1	16	—	638	73	357	1,084
2 1 2 1 2	5	—	622	86	362	1,075
2 1 2 2 1	10	—	472	78	389	949
2 2 1 1 2	—	219	495	15	302	1,031
2 2 1 2 1	—	153	490	55	321	1,019
2 2 2 1 2	—	506	200	13	280	999
2 2 2 2 1	—	251	260	58	289	858
1 1 1 1 2	8	—	662	10	290	970
1 1 1 2 1	62	—	530	100	272	964
1 1 2 1 2	3	—	501	52	339	895
1 1 2 2 1	38	—	620	51	290	999
1 2 1 1 2	—	166	301	32	315	814
1 2 1 2 1	—	242	361	92	247	942
1 2 2 1 2	—	312	197	65	434	1,008
1 2 2 2 1	—	296	285	36	192	809
2 1 1 1 1	32	—	555	53	358	998
2 1 1 2 2	62	—	466	78	386	992
2 1 2 1 1	8	—	695	11	322	1,036
2 1 2 2 2	56	—	531	84	306	977
2 2 1 1 1	—	400	421	21	225	1,067
2 2 1 2 2	—	374	345	40	264	1,023
2 2 2 1 1	—	370	291	56	267	984
2 2 2 2 2	—	393	260	30	268	951

もやや大となった。Or 主体区ではイネ科優勢となったが、Ti 主体区では場合によりイネ科優勢、あるいはマメ科優勢となった。3 番草では Or の草量は 2 番草よりもやや大となったが、Me では 2 番草よりも上回ったり、あるいは下回ったりした。Lc の草量は一般に小となった。多くの試験区でいちじるしいイネ科優勢の状態となった (Table 10)。

Table 10. The cured hay yields (kg/10 a) of the components in mixtures on the 4th year.

D A ₁ A ₂ B C	Ti	Or	Me	Rc	Lc	Total
1 1 1 1 1	4	—	516	8	477	1,005
1 1 1 2 2	8	—	638	none	470	1,116
1 1 2 1 1	12	—	662	〃	328	1,002
1 1 2 2 2	none	—	634	〃	433	1,067
1 2 1 1 1	—	572	156	12	259	999
1 2 1 2 2	—	553	186	29	343	1,111
1 2 2 1 1	—	451	212	none	381	1,044
1 2 2 2 2	—	484	201	4	303	992
2 1 1 1 2	none	—	577	6	478	1,061
2 1 1 2 1	11	—	483	26	512	1,032
2 1 2 1 2	none	—	517	3	487	1,007
2 1 2 2 1	32	—	449	18	529	1,028
2 2 1 1 2	—	262	261	17	415	955
2 2 1 2 1	—	521	241	none	285	1,047
2 2 2 1 2	—	488	84	8	388	968
2 2 2 2 1	—	452	119	none	404	975
1 1 1 1 2	4	—	661	5	289	959
1 1 1 2 1	11	—	546	42	422	1,021
1 1 2 1 2	13	—	577	none	501	1,091
1 1 2 2 1	none	—	740	17	323	1,080
1 2 1 1 2	—	406	236	none	351	993
1 2 1 2 1	—	417	351	8	282	1,058
1 2 2 1 2	—	515	229	none	252	996
1 2 2 2 1	—	453	220	35	287	995
2 1 1 1 1	10	—	600	none	443	1,053
2 1 1 2 2	18	—	654	〃	415	1,087
2 1 2 1 1	none	—	617	〃	466	1,083
2 1 2 2 2	6	—	653	〃	416	1,075
2 2 1 1 1	—	417	269	3	358	1,047
2 2 1 2 2	—	583	141	24	319	1,067
2 2 2 1 1	—	615	120	none	400	1,135
2 2 2 2 2	—	636	53	5	393	1,087

Table 11. The cured hay yields (kg/10 a) of the components in mixtures on the 5th year.

D A ₁ A ₂ B C	Ti	Or	Me	Rc	Lc	Total
1 1 1 1 1	12	—	259	none	558	829
1 1 1 2 2	5	—	424	〃	375	804
1 1 2 1 1	none	—	509	〃	253	762
1 1 2 2 2	〃	—	353	〃	368	721
1 2 1 1 1	—	369	85	〃	262	716
1 2 1 2 2	—	484	27	〃	232	743
1 2 2 1 1	—	501	76	〃	205	782
1 2 2 2 2	—	462	92	〃	151	705
2 1 1 1 2	none	—	303	11	470	784
2 1 1 2 1	5	—	242	none	477	724
2 1 2 1 2	none	—	280	〃	499	779
2 1 2 2 1	11	—	373	〃	388	772
2 2 1 1 2	—	403	44	〃	407	854
2 2 1 2 1	—	452	65	〃	324	841
2 2 2 1 2	—	384	89	〃	265	738
2 2 2 2 1	—	476	54	〃	205	735
1 1 1 1 2	none	—	498	〃	353	851
1 1 1 2 1	10	—	436	〃	352	798
1 1 2 1 2	12	—	300	〃	405	717
1 1 2 2 1	23	—	490	7	349	869
1 2 1 1 2	—	480	190	none	234	904
1 2 1 2 1	—	345	185	〃	266	796
1 2 2 1 2	—	551	89	〃	147	787
1 2 2 2 1	—	538	99	〃	140	777
2 1 1 1 1	74	—	498	〃	334	906
2 1 1 2 2	none	—	528	〃	359	887
2 1 2 1 1	21	—	393	〃	407	821
2 1 2 2 2	none	—	309	〃	536	845
2 2 1 1 1	—	408	82	〃	316	806
2 2 1 2 2	—	414	129	〃	289	832
2 2 2 1 1	—	492	67	〃	260	819
2 2 2 2 2	—	502	25	〃	372	899

第5年次 1番草では前年次1番草に比べてTiの復活がみられる区があり、Orは前年と多少の変動が認められたのに対してMeはいちじるしく減退した。Rcはほとんどみられなくなり、Lcはほぼ同程度の草勢であった。Ti主体区は場合によりイネ科あるいはマメ科が優勢となったが、Or区ではイネ科優勢であった。2番草ではOrの草量は1番草よりもやや小となったのに対して

MeおよびLcはいちじるしく小となった。Ti区は多くの場合マメ科優勢となり、Or区はイネ科優勢となった。3番草のOrは2番草よりも草量が大となったが、MeはTi区では増大し、Or区では減少したLcの草勢は減少した (Table 11)。

2. 要因効果および要因間の交互作用

主体イネ科草種(品種)とMe、RcおよびLcとの構成草種間に相互作用が働き合い、Itの組合せ

および施肥処理によってさらに複雑となった。分散分析によって、各構成草種ごとの年間風乾草量について、各要因の効果および要因間の交互作用の有意性をみた。

第 1 年次 (Table 12)

主体イネ科草種 (品種) の草量について、第 1 年次から有意差が認められた。It の組合せによって主体イネ科草種 (品種) は有意に抑制されたが、その程度は Ti は草量が小であったことにもよるが、約 $\frac{1}{2}$ 程度になったのに対して、Or は約 $\frac{1}{8}$ 程度まで抑制された。

Me 草量は第 1 年次から草量が大であったので、主体イネ科草種 (品種)、マメ科草種組合せ等の要因によってその草量に影響を受けなかった。しかし、It 組合せ要因の効果は、Ti 主体区では $C_1 > C_2$ の関係がみられたのに対して、Or 主体区では $C_1 < C_2$ となった。Or 主体区におけるこの関係は一見奇異に思われるが、It が Or を抑圧し、その Or が Me に影響を及ぼしたと考えれば $C_1 < C_2$ の関係も成り立つかもしれない。

イネ科合計草量では It+主体イネ科草種 (品種)

+Me の合計であるので当然 $C_1 < C_2$ の関係は有意であった。

Rc および Lc 草量についてはそれぞれ $C_1 > C_2$ の関係が有意であり、It によりいちじるしい抑制を受けたが、その程度は Lc よりも Rc が大であった。また、両草種の草量ともマメ科草種組合せ要因 (B) × 施肥要因 (D) の有意な交互作用がみられたが、Rc 草量では B_1 水準において $D_1 < D_2$ 、 B_2 水準では $D_1 > D_2$ であったのに対して、Lc 草量では反対に B_1 水準では $D_1 > D_2$ 、 B_2 水準では $D_1 < D_2$ の関係がみられた。B 要因はマメ科両草種の播種量を規制したが、播種量によって施肥反応を異にしたものと推定される。

マメ科合計草量については、It 要因では $C_1 > C_2$ の関係が有意であり、B × D の交互作用は前述のとおり、Rc と Lc の草量が互いに補完して有意とならなかった。しかし、B × C の交互作用は有意となり、 B_1 水準では $C_1 > C_2$ が極めて大きな差異を示したのに対して、 B_2 水準では $C_1 > C_2$ の差異がさほど大ではなかった。

総合計草量については、構成の中に占める It 草

Table 12. The results of the variance analysis on the 1st year.

Component Factor	Main grass	Meadow fescue	Total of grasses	Red clover	Ladino clover	Total of legumes	Total of forage	Weeds
Main grass (A)	Or (F) Or (L) Ti (L) Ti (C)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Legume (B)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A × B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Italian rye grass (C)	$C_1 > C_2$	NS	$C_1 < C_2$	$C_1 > C_2$	$C_1 > C_2$	$C_1 > C_2$	$C_1 < C_2$	$C_1 > C_2$
A × C	Ti plot $C_1 > C_2$ Or plot $C_1 > C_2$	Ti plot $C_1 > C_2$ Or plot $C_1 < C_2$	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B × C	NS	NS	NS	NS	NS	B_1 level $C_1 > C_2$ B_2 level $C_1 > C_2$	NS	NS
Fertilization (D)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B × D	NS	NS	NS	B_1 level $D_1 < D_2$ B_2 level $D_1 > D_2$	B_1 level $D_1 > D_2$ B_2 level $D_1 < D_2$	NS	NS	NS
C × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

量が大であったため、 $C_1 < C_2$ の関係が有意となった。

雑草量について、C 要因によりいちじるしい抑制効果がみられ、 $C_1 > C_2$ の関係が有意であった。

第2年次 (Table 13)

主体イネ科草種 (品種) 草量について、前年に引き続き、 $Or(F) > Or(在) > Ti(在)$ 、 $Ti(C)$ の関係がみられた。 $A \times B$ の交互作用が有意で $Or(F)$ では $B_1 < B_2$ 、 $Or(在)$ では $B_1 > B_2$ 、 $Ti(在)$ では $B_1 > B_2$ 、 $Ti(C)$ では $B_1 < B_2$ の関係がみられたが、その理由づけは不明である。It は構成の中にみられなくなったにもかかわらず、その残効果が強く現われ、 $C_1 > C_2$ の有意な関係が見出された。しかし、 $A \times C$ の交互作用も有意であり、It による抑制の受け方が草種 (品種) により異なった傾向を示した。特に $Or(在)$ は抑制される程度が大であった反面、 $Ti(在)$ では (草量が小であったためと思われるが) むしろ抑制の影響がみられなかった。

Me 草量では主体イネ科草種 (品種) と反対の対応を示した。すなわち、 $Ti(在)$ 区、 $Ti(C)$ 区 $> Or(在)$ 区、 $Or(F)$ 区であった。C 要因の効果も有意となり、 $C_1 > C_2$ であった。

イネ科合計草量では $C_1 > C_2$ の関係のみが有意で、他の要因効果は有意でなかった。

Rc 草量では B 要因効果のみが有意で $B_1 < B_2$ の関係がみられた。また、Lc 草量でも B 要因効果が有意で、 $B_1 > B_2$ の関係がみられた。さらに、C 要因効果も有意であり、イネ科草種とは逆に $C_1 < C_2$ の関係がみられた。これは C 要因によりイネ科草量は $C_1 > C_2$ となり、増大したイネ科草種により抑制されて、 $C_1 < C_2$ の関係が生じたものと考えられる。マメ科合計草量では、主体イネ科草種とは逆の対応を、また、Me 草量とは正の相対的關係を示し、マメ科草量は Me によって抑制的な影響を受けないばかりか、むしろ有利な効果をさえ受けていることが推定される。また、C 要因効果も

Table 13. The results of the variance analysis on the 2nd year.

Component Factor	Main grass	Meadow fescue	Total of grasses	Red clover	Ladino clover	Total of legume	Total of forage
Main grass (A)	$Or(F) \downarrow$ $Or(L) \downarrow$ $Ti(L) \downarrow$ $Ti(C) \downarrow$	$Ti(L) \downarrow$ $Ti(C) \downarrow$ $Or(L) \downarrow$ $Or(F) \downarrow$	NS	NS	NS	$Ti(L) \downarrow$ $Ti(C) \downarrow$ $Or(F) \downarrow$ $Or(L) \downarrow$	$Ti(L) \downarrow$ $Ti(C) \downarrow$ $Or(F) \downarrow$ $Or(L) \downarrow$
Legume (B)	NS	NS	NS	$B_1 < B_2$	$B_1 > B_2$	NS	NS
$A \times B$	$Or(F)$ $B_1 < B_2$ $Or(L)$ $B_1 > B_2$ $Ti(L)$ $B_1 > B_2$ $Ti(C)$ $B_1 < B_2$	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Italian rye grass (C)	$C_1 > C_2$	$C_1 > C_2$	$C_1 > C_2$	NS	$C_1 < C_2$	$C_1 < C_2$	$C_1 > C_2$
$A \times C$	$Or(F)$ $C_1 > C_2$ $Or(L)$ $C_1 > C_2$ $Ti(L)$ $C_1 < C_2$ $Ti(C)$ $C_1 > C_2$	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$B \times C$	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fertilization (D)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$A \times D$	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$B \times D$	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
$C \times D$	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

有意であり、 $C_1 < C_2$ の関係がみられた。

総合計草量についても、A 要因の効果が有意であったが、Ti 主体区では Or 主体区におけるよりも Me, Rc および Lc 草量がまさったためであり、C 要因効果も有意で $C_1 > C_2$ となったのは、イネ科合計草量における $C_1 > C_2$ の差がマメ科草量における $C_2 < C_1$ の差よりも大であったためである。

第 3 年次 (Table 14)

主体イネ科草種 (品種) の草量は Or (F), Or (在)

>Ti (在), Ti (C) のようにいちじるしい差異を示したが、他の要因効果の有意性はみられなかった。

Mc 草量は昨年次と同様に主体イネ科草種 (品種) の草量と逆の相対的關係を示し、その結果、イネ科合計草量は主体イネ科草種 (品種) 区によって有意差がみられなかった。

イネ科合計草量では D 要因効果が有意となり、 $D_1 < D_2$ の関係がみられた。

Table 14. The results of the variance analysis on the 3rd year.

Component Factor	Main grass	Meadow fescue	Total of grasses	Red clover	Ladino clover	Total of legume	Total of forage
Main grass (A)	Or (F) Or (L) Ti (L) Ti (C)	Ti (L) Ti (C) Or (L) Or (F)	NS	NS	NS	NS	Ti (L) Ti (C) Or (L) Or (F)
Legume (B)	NS	NS	NS	$B_1 < B_2$	NS	NS	NS
A × B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Italian rye grass (C)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A × C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B × C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fertilization (D)	NS	NS	$D_1 < D_2$	NS	NS	NS	$D_1 < D_2$
A × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Table 15. The results of the variance analysis on the 4th year.

Component Factor	Main grass	Meadow fescue	Total of grasses	Red clover	Ladino clover	Total of legume	Total of forage
Main grass (A)	Or (F) Or (L) Ti (L) Ti (C)	Ti (C) Ti (L) Or (L) Or (F)	Or (L) Or (F) Ti (C) Ti (L)	NS	Ti (L) Ti (C) Or (F) Or (L)	NS	NS
Legume (B)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A × B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Italian rye grass (C)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A × C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B × C	B_1 level $C_1 > C_2$ B_2 level $C_1 < C_2$	NS	B_1 level $C_1 > C_2$ B_2 level $C_1 < C_2$	NS	NS	NS	B_1 level $C_1 > C_2$ B_2 level $C_1 < C_2$
Fertilization (D)	NS	$D_1 > D_2$	$D_1 > D_2$	NS	$D_1 < D_2$	NS	NS
A × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Rc 草量は B 要因効果が昨年次に引き続き有意であり、 $B_1 < B_2$ の関係は混生維持限界の 3 年次にまで及んだ。Lc 草量は年次を追って増大し、いずれの要因もその効果が有意でなくなった。マメ科合計草量についてはその大半を Lc が占めるようになり、いずれの要因効果も有意でなくなった。

総合計草量では A 要因効果が有意で Ti(在)区, Ti(C)区, Or(在)区, Or(F)区 のような関係となった。D 要因効果も有意で $D_1 < D_2$ であった。

第 4 年次 (Table 15)

主体イネ科草種(品種)草量について、昨年次に引続いて Or(F), Or(在) $>$ Ti(在), Ti(C) のような有意な差異が見出された。B 要因と C 要因の効果がいずれも有意でなかったが、それらの交互作用が有意となった。すなわち、 B_1 水準では $C_1 > C_2$ であったが、 B_2 水準では $C_1 < C_2$ であった。

Me 草量も昨年次と同様に、主体イネ科草種(品種)草量とは逆の相対的關係、Ti(C)区, Ti(在)区 $>$ Or(在)区, Or(F)区, が見出された。そして、D 要因効果では $D_1 > D_2$ の関係にあった。

イネ科合計草量については、Or(在)区, Or(F)区, Ti(C)区, Ti(在)区 のようになり、Me 草量の占める割合は Ti 主体区ではその大部分を、Or 主体区では 30~50% であったが、イネ科合計草量に対する各要因の効果は、主体イネ科草種(品種)草量の場合にみられた $B \times C$ の交互作用と Me 草

量の場合にみられた D 要因効果がともに有意な関係で示された。

Rc 草量に対してはその草量が極めて減退したので、いずれの要因も有意な効果を示さなかった。Lc 草量は昨年次よりも増大したが、主体イネ科草種(品種)区におけるイネ科合計草量と逆の対応を示した。すなわち、イネ科草種(品種)に抑制されて、Lc 草量は Ti(在)区, Ti(C)区 $>$ Or(F)区, Or(在)区 の関係を示した。そして、D 要因もイネ科草種とは逆に $D_1 < D_2$ の効果がみられた。

総合計草量については、イネ科とマメ科のそれぞれの草量が相補っているため A 要因の有意性が見出されなかった。また、D 要因もイネ科とマメ科とはそれぞれ逆の対応を示したために有意な差異がみられなかった。しかし、 $B \times C$ の交互作用は有意であり、イネ科合計草量の場合と同様の関係が見出された。

第 5 年次 (Table 16)

主体イネ科草種である Or の増大と Ti の減退がいちじるしく、それらの草量によって Me 草量がいちじるしく影響され、さらにそれらのイネ科合計草量が Lc 草量に影響をもたらししていることが明らかに示された。第 5 年次では B 要因以下の効果はいずれの構成草種の草量に対しても有意でなかったが、ただ、Lc 草量に対して D 要因の効果が有意であり、 $D_1 < D_2$ の関係が見出された。

Table 16. The results of the variance analysis on the 5th year.

Component Factor	Main grass	Meadow fescue	Total of grasses	Red clover	Ladino clover	Total of legumes	Total of forage
Main grass (A)	Or(F) Or(L) Ti(L) Ti(C)	Ti(L) Ti(C) Or(L) Or(F)	Or(F) Or(L) Ti(L) Ti(C)	NS	Ti(L) Ti(C) Or(L) Or(F)	NS	NS
Legume (B)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A × B	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Italian rye grass (C)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
A × C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B × C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fertilization (D)	NS	NS	NS	NS	$D_1 < D_2$	NS	NS
A × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
C × D	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

IV 考 察

本試験の播種量は発芽可能種子粒数によって、主体イネ科草種(品種)5万粒/a, Me1万粒/a, マメ科草種合計6万粒/a および It 1.3万粒/a としたが、実際の発芽立毛数はイネ科平均7.2万/a, マメ科平均8.1万/aとなり、合計15.3万/aの立毛数は決して少なくはないが、播種重量は一般的な慣行に比べると極めて少ないものである。播種床が十分に整備されている条件下では、一般的な慣行播種量はさらに減量しても良いと思われる。しかし、安全を見越して必要以上に多量の種子を播いても、その当年はやや増収が得られる場合もあるが、次年以降は少量播種の場合と比べて草収量に差異がみられなくなることが多い³⁾。

草種構成上優勢となることを期待した Ti の在来種およびクライマックスもともに初年次の草量は極めて小であり、2年次にやや草量を増加したとはいえ主体性を確保できるものではなかったが、non-aggressive といわれる特性が、他の草種との混生条件の下でさらに抑制されたものと考えられる。本試験では初年次に2回、2年次以降は3回の刈取りを行なったが、この刈取頻度も Ti にとって好ましい条件とは思われない。さらに根系の発達がメドウフェスクより遙かに小であり、かつ分けつの発生様式も異なるなど(脇本隆, 未発表)の差異が Me との混生条件の中で次第に草勢を衰えさせていったものと考えられる。しかし、Ti と Me との共存は世界的に確認されている現象といわれているが³⁾、当地方ではその事例を多くみることができない⁴⁾。

Or の主体性を期待した在来種区およびフロード区は2年次までは Me の構成割合が上回り、3年次では在来種区の Me が前年次に続き Or を上回ったが、フロード区では Or が上回るようになった。そして4年次以降はいずれの品種区においても Or が上回った。このように競合関係にはいちじるしい品種間差異がみられたが(フロード>在来種)、単播による Or 品種比較試験ではフロードは在来種よりもやや草量が劣っていた¹⁾。Or の草勢は低温年であった第5年次でも第4年次よりや

や劣った程度であったのでその草勢持続性は大であると考えられる。

Me は随伴草種として組合せたので、その播種粒数は小であったが、初年次から Ti を抑制し、その草量は第4年次に最高となった。その最高草量は主体草種の Or の第4年次の最高収量に比べてもまさるほどであった。すなわち、極めて少量の播種量1万粒/a でも相手イネ科草種の存在しない条件では十分な草量をあげ得ることを示している。しかし、低温年の第5年次になってその草量がいちじるしく減退したことは草勢持続性に不安を与えるものである。Or との混播において優勢状態が3年次に交替し、随伴草種として好ましい経過を示していると思われるが、この経過の中で Me は Or に対して少なからざる抑制を与えており、Or は単一の場合よりも不利な状態で経過したとも推定できる⁵⁾ので、Or に対する Me の随伴はさらに検討する必要がある。Me は Or に比べてマメ科草種を抑制する程度が小であることが示され、混播におけるイネ科草種としての有利な特性であるが、Me の草勢が1番草に比べて2および3番草では小となるために、マメ科草種の再生を抑制することが少ないためと推定される。

マメ科草種として Rc および Lc の草勢推移は、前者が2年次を最高にして第3年次以降は構成割合が極めて小となったのに対して、後者は第4年次が最高となり、草勢持続性は極めて大である。Rc の草量を初期年次に期待し、後期に Lc の草量に期待するというのが Rc と Lc を組合せる一般的理由であり、本試験結果でもその傾向が認められたが、Rc の効果はやや小であった。B 要因のイネ科草種に対する効果については明らかでなく、第2年次に A×B の交互作用が有意となり、Or (F) では $B_1 < B_2$, Or (在) では $B_1 > B_2$, Ti (在) では $B_1 > B_2$, そして Ti (C) では $B_1 < B_2$ のとおりであったが、この関係の解明は困難である。

It は雑草を抑え、造成初年次から多収を図るために組入れられるが、本試験でも雑草量は約 1/2 に抑えることができた。草収量に対する効果は、初年次でプラスになった分は2年次ではマイナスとなり、3年次以降では有意な効果が認められな

った。全体の播種粒数の1割程度の組合せでは可も不可もないといえる。

施肥要因について、その効果はイネ科草種に対して年次により逆の関係を示すことがあったが、マメ科草種に対しては第4年次以降 $D_1 < D_2$ の関係がみられた。混播草地において、イネ科草種とマメ科草種とに対する施肥の効果は、一般的には逆の相対関係がみられ、おう盛なイネ科草種の生育はマメ科草種を抑制する結果となりがちである。堆肥施用はこの関係を助長する傾向が認められるが、 L_c の $D_1 < D_2$ の関係は、往々にしてウリハムシモドキ幼虫の被害によってもたらされることもある。秋季堆肥施用区にこの害虫発生が多いことがしばしば散見されるが、因果関係はまだ明らかにされていない。

V 結 論

Or の在来およびフロード、Ti の在来およびクライマックスをそれぞれ主体にして、Me を共通に組合せた主体イネ科草種(品種)要因、マメ科草種組合せ要因、イタリアンライグラス組合せ要因および施肥要因を $L_{32}(2^{11})$ の直交表によりわりつけた。1~5年次にわたり、刈取りごとの草収量と草種構成の推移をみたが、結果の要約は次のとおりである。

1. Ti 主体区の在来種あるいはクライマックスは随伴草種の Me によっていちじるしく抑制された。

2. 1~2年次では Or 主体区の在来種あるいはフロードよりも Me が優勢であり、3年次以降は Or が優勢となったが、競合関係には Or の品種間差がみられた。

3. マメ科組合せ要因は、マメ科草量自体に対しても、またイネ科草量に対しても有意な効果がみられなかった。初期年次では Rc が、さらに後期年次では L_c がそれぞれ優勢であった。

4. It 組合せ要因の効果は、1年次ではその組合せにより総合計草量は大となったが、2年次では小となり、3年次以降は有意差が認められなくなった。It によって1年次では Me を除くいずれの草種も抑制を受けたが、2年次ではイネ科草種

に対してのみ抑制効果が残し、マメ科草種ではむしろ草量増となった。

5. 施肥要因効果は3年次以降に有意性が認められるようになり、イネ科草種とマメ科草種とはそれぞれ異なった対応を示した。

引用文献

- 1) 北海道立根釧農業試験場作物科, 1970; 昭和44年度牧草試験成績書, 1-102.
- 2) ———, 1971; 牧草の地帯別適種, 適品種の選定と混播法, 昭和45年度農業試験会議資料, 1-46.
- 3) ホクレン畜産事業本部, 1971; ファン・デルハーヴェ社クラス博士の北海道内牧草地調査並びに講演会要旨.
- 4) 脇木 隆, 金川直人, 1970; 北海道根室, 釧路地方における採草地の実態, 第1報, 造成3年目採草地の草収量と草種構成, 日草誌, 16, 3: 226.
- 5) ———, 1971; 混播草地の集団構成に関する研究, IV イネ科2草種組合せによる草収量と草種間競争の推移, 道農誌集, 23, 1-10.

Summary

This experiment was carried out to confirm the effects of some cultivation factors on the forage yields and their botanical compositions of grass-legume mixtures.

Adopted cultivation factors were as follows.

A main grass factor consisted of the Local and Climax varieties of timothy and the Local and Frode varieties of orchard grass associated with meadow fescue as a partner, respectively.

A legume factor had 2 levels of the combination of a main and a partner such as ladino clover-red clover and red clover-ladino clover.

An Italian rye grass factor had 2 levels of "include" and "not include" Italian rye grass as a companion crop in grass-legume mixtures.

A fertilization factor was 2 levels of 3-3-

10-manure 2,000 kg/10 are and 6-6-20-manure zero kg/10 are.

The combinations of these factors together with 2 replications were allotted according to the L_{32} (2^{31}) table of orthogonal arrays.

The experimental plots were established in May, 1967. The results of this 5 year experiment were as follows.

1. Either the Local or Climax variety of timothy was suppressed by meadow fescue as the partner in a mixture.

2. Though meadow fescue was more dominant than either the Local or Frode variety of orchard grass in a mixture up to the 2nd year, from that time both varieties of orchard grass, especially Frode variety, were more dominant than meadow fescue.

3. The yields of the legume components between levels of legume factor showed a non-significant difference. Furthermore, the effects of legume factor were not clear upon the yield of the grass components.

4. An Italian rye grass factor gave significant effects upon the total forage yield in mixtures. The yields of the mixtures including Italian rye grass were much larger than that of "not include" mixtures in the 1st year, but decreased reversely in the 2nd year when Italian rye grass had disappeared in the mixtures.

5. Italian rye grass suppressed over the components except meadow fescue in mixtures in the 1st year. The residual effects of Italian rye grass in the 2nd year gave a suppression upon each of the grass components in mixtures, but a benefit upon the legume components.

6. The fertilization factor gave the different effects upon the components in mixtures after the 3rd year, namely, 3-3-10-manure treatment was beneficial upon the grass components but not beneficial upon the legume components and 6-6-20 treatment was reversed utterly.