

傾斜放牧草地の地形と草地管理(3)

植生の時間的・空間的变化と地形

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者名	井出,保行 林,治雄 須藤,賢司 嶋村,匡俊
発行元	日本草地学会
巻/号	46巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 45-51
発行年月	2000年4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



傾斜放牧草地の地形と草地管理

3. 植生の時間的・空間的变化と地形

井出保行*・林 治雄**・須藤賢司***・嶋村匡俊****

草地試験場山地支場 (389-0201 長野県北佐久郡御代田町塩野)

* 現在 : 中国農業試験場畜産部 (694-0013 島根県大田市川合町)

** 現在 : 草地試験場生態部 (329-2793 栃木県那須郡西那須野町千本松)

*** 現在 : 北海道農業試験場草地部 (062-8555 札幌市豊平区羊が丘)

**** 現在 : 320-0064 栃木県宇都宮市西の宮町

Mountainous Region Branch, National Grassland Research Institute, Miyota, Nagano, 389-0201 Japan

* Present address : Chugoku National Agricultural Experiment Station, Kawai, Oda, Shimane, 694-0013 Japan

** Present address : National Grassland Research Institute, Nishinasuno, Tochigi, 329-2793 Japan

*** Present address : Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo, Hokkaido, 062-8555 Japan

**** Present address : Nishinomiya, Utsunomiya, Tochigi, 320-0064 Japan

受付日 : 1999 年 5 月 25 日 / 受注日 : 1999 年 12 月 7 日

Synopsis

Yasuyuki IDE, Haruo HAYASHI, Kenji SUDO and Masatoshi SIMAMURA (2000) : Topography and Pasture Management in the Mountainous Slopeland. 3. Yearly and spatial changes in pasture vegetation. *Grassland Science* 46, 45-51.

In our previous papers, we suggested that mountainous sloping pasture was characterized by the interactions between inclination of pasture and grazing pressure that means tramping, grazing and excreting. This study was conducted to investigate the relations between those interactions and the yearly and spatial changes in pasture vegetation.

The subject pasture was established in 1969 using the unplowed method, and in 1972, 40 examination points were set up in the pasture to observe the shifts in vegetation. With the passage of time, the dominant species in the pasture has changed from orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) into Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). However, the process of the change on the concave slope site was more complex than the change observed on the convex and linear slopes. The period of shift from one dominant species to another was much longer on the steep sloping site than on the gentle slope, though this did not hold true for the concave slope site.

Observations made in 1992 revealed that Kentucky bluegrass covered about 80% area on the pasture. The number of perennial grass species was higher at the steep sloping site than on the gentle slope with the exception of the strong concave slope site. The complexity of plant community composition was increased relative to the increasing the angle of the sloping site.

These results suggest that the yearly and spatial

一部は、日本草地学会第 49 回発表会 (1994 年 9 月) において発表。

changes in the pasture vegetation were caused by the variation of the grazing pressure according to topography.

Key words : Pasture management, Pasture vegetation, Topography.

緒 言

放牧牛は、採食・踏圧・糞尿還元という三つの要因を通じて植生に影響を与える。そして、それらの要因がもたらす変化の大きさは、まとめて放牧圧の影響として把握されることが多い。西脇ら⁸⁾は、植生遷移と環境傾度との関係を考察する中で、放牧条件下では家畜による放牧圧も環境傾度として働いている可能性がある旨指摘している。また、堀川ら¹⁾は、地面の傾斜-攪乱圧-植生の間にある平衡関係について、放牧牛は土地を傾斜度によって評価するため、傾斜が違う場所では攪乱圧の差が生じ、ひいては植生に変化がもたらされると説明している。これらの報告は、地形に伴う放牧圧の局所的な差異が草地植生の時間的・空間的な変化をもたらす要因になることを示唆している。

筆者らは既報^{4,5)}において、傾斜草地では放牧圧が地形 (特に斜面傾斜角) によって変化するため、裸地や糞の分布に偏りが生じること、さらに糞の分布の偏りは二次的に土壤養分や牧草利用率の分布にも影響することを示した。一方、既報^{4,5)}で供試した放牧草地では、造成以来 20 年以上の長期間、定置枠での植生調査が実施されている。そのため、これらの調査結果を直接的に関連づけることで、地形に伴う放牧圧の局所的変化と植生変化との関係をより具体的に解析することが可能になると考えられる。そこで、本報告では、これまでに得られた植生調査の結果を既報^{4,5)}で得られた結果との関連で解析することにより、地形に伴う放牧圧の局所的な変化が草地植生の時間的・空間的な変化に及ぼす影響について考察する。

材料と方法

1. 調査草地の来歴

調査草地 (図1) の概況は既報^{4,5)}と同様である。草地面積は約2.2 haで、1969年に不耕起造成された。造成時の播種量は、オーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) 15 kg/ha、ペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) 8 kg/ha、シロクロバ (*Trifolium repens* L.) 5 kg/ha、アカクロバ (*Trifolium pratense* L.) 8 kg/haである。翌1970年には、牧草の定着不良部に造成時と同じ草種が追播され、その時にケンタッキーブルーグラス (*Poa pratensis* L.) も若干量が播種された。その後1985年には、牧区の西側半分 (以下、西半分とする) に、シロクロバ5 kg/ha、アカクロバ3 kg/ha、トールフェスク (*Festuca arundinacea* Schreb.) 10 kg/ha、

チモシー (*Phleum pratense* L.) 5 kg/ha が追播され、牧区の東側半分 (以下、東半分とする) にも西半部と同量のシロクロバおよびアカクロバが追播された。

調査草地の利用は造成の翌年 (1970年) から開始し、1975年までは主としてホルスタイン種の育成牛を、それ以降は黒毛和種の繁殖牛を他の牧区との間で輪換放牧した。放牧期間は4月中旬～11月上旬であり、1970年～1997年までの平均的な年間牧養力は表1に示した通りである。

2. 調査方法

(1) 優占種の経年変化と地形

調査草地の西半部と東半部に1 m×1 mの定置調査枠 (以下、定置枠とする) を20個ずつ設置した (図1)。調査は1972年から開始し、以後、毎年6月下旬～7月上旬に各定置枠内に出現した全草種の冠部被度 (%) と草丈 (cm) を測定した。各定置枠の優占種は、年次別、定置枠別に積算優占度 (SDR₂) を算出することで決定した。同時に草地全体の値として、全枠 (40 枠) を込みにした値も算出した。

定置枠が設置された地点の地形については、各定置枠を中心とする南北10 m×東西10 mの方形区を設定し (図1)、最大傾斜線方向の傾斜角 (以下、斜面傾斜角とする) および斜面の形状 (凸型斜面、等斉斜面、凹型斜面) を既報⁴⁾と同様な方法で求めた。

また、後述するように、凸型および等斉斜面上に位置する定

Table 1. Details of grazing results on experimental paddock.

Experimental year	1970-1997 (28 years)
Total period of occupation mean±S.D. (days/year)	61.7±25.8
Carrying capacity mean±S.D. (AUD ^{a)} /ha/year)	468.3±77.9

^{a)} Animal Unit Day at a conversion rate of 500 kg/head.

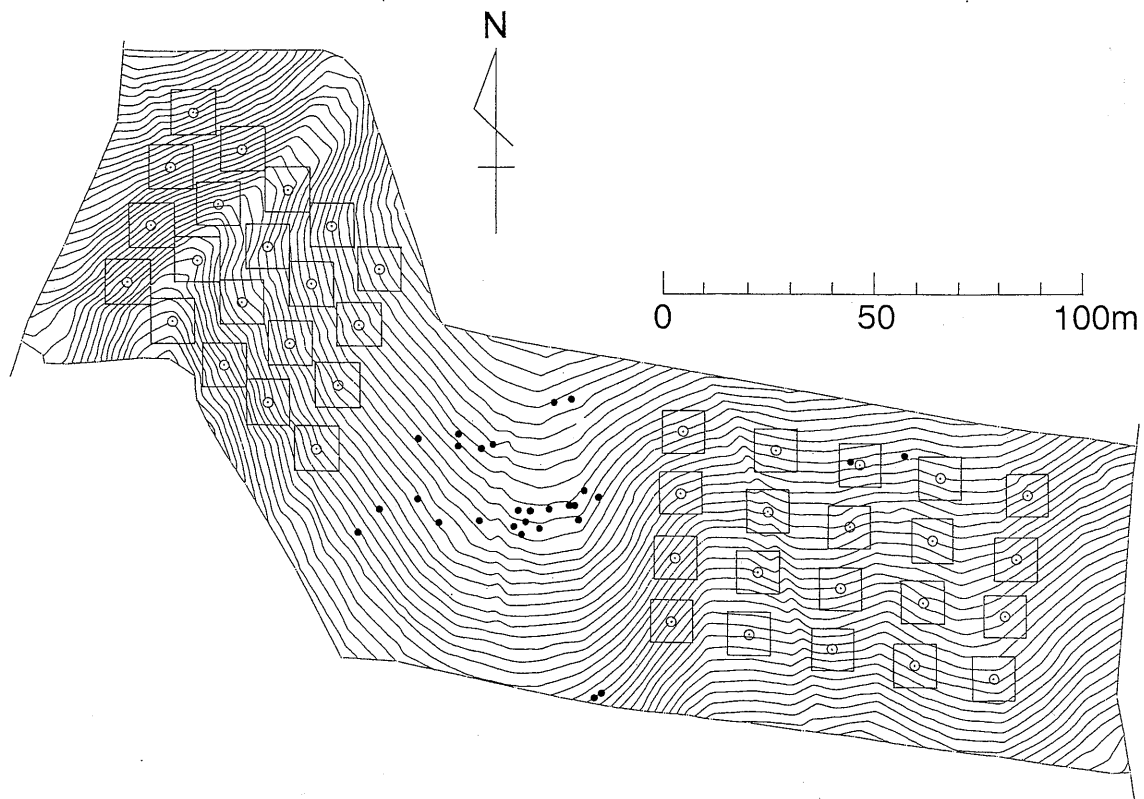


Fig. 1. Shape and topography of experimental site.

The area of pasture is 2.2 ha, and it was established with unplowed method in 1969. Contour interval is 0.5 m. ○ indicates the setting point of 1 m×1 m quadrat in which the plant succession is investigated. □ shows the 10 m×10 m quadrat where physiographic factor is measured. ● indicates standing deciduous tree.

置枠では、全ての枠でオーチャードグラスからケンタッキブルーグラスへと優占種の交代が認められたため、その交代が認められた年（以下、優占種の交代年とする）を定置枠別に求めた。優占種の交代年については、ケンタッキブルーグラスが優占種になった年を充て、その優占状態が3年以上続いた場合を値として採用した。すなわち、3年未満では優占種が再び入れ替わり場合があり、交代後の安定性に欠けると判断したためである。一方、それに関連して、各定置枠内にケンタッキブルーグラスが定着した年（以下、ケンタッキブルーグラスの定着年とする）を求めた。ケンタッキブルーグラスの定着年については、定置枠内での被度が5%以上になった年を定着年としたが、5%未満の被度では翌年に消失する場合が多くみられたためである。

さらに、定置枠の設置地点と既報⁴⁾で示した10 m×10 m

グリッドの調査区画（図6参照）とを対応させ、既報⁴⁾で得られた値から、各定置枠を中心とする10 m×10 m方形区内の新鮮糞の占有面積および放牧牛による被食の程度を推定した。

(2) 植生の空間的な変化と地形

調査は、既報⁴⁾で設定した10 m×10 mグリッドの調査区画（図6参照）を基準にして、1992年7月上旬に実施した。調査では、各区画の4隅に設置した1 m×1 mの調査枠内に出現する全草種の冠部被度(%)と草丈(cm)を測定した。各区画の植生は、それら4調査枠の値を積算し、積算枠数(=4)で除した値によって代表させた。さらに、その値から多年生草本の多様度指数(H')を算出することで、各区画内における群落組成の均一性を把握した。多様度指数はShannon-Wiener関数(nit)⁶⁾を用いて以下の式により求め

Table 2. Changes of the summed dominance ratio^{a)}, SDR₂, in the five dominant species from 1972 to 1997.

Year	Rank					
	1	2	3	4	5	
1972	3 ^{b)}	Dg (100)	Lp (43)	Tr (22)	Ap (13)	Tp (12)
1973	4	Dg (100)	Lp (54)	Tr (23)	PP (10)	Ap (9)
1974	5	Dg (100)	Lp (32)	PP (17)	Tr (13)	Ap (10)
1975	6	Dg (100)	Lp (27)	PP (26)	Tr (22)	To (6)
1976	7	Dg (100)	Lp (28)	PP (26)	Tr (16)	To (8)
1977	8	Dg (100)	Lp (31)	PP (27)	Tr (23)	To (8)
1978	9	Dg (100)	Tr (23)	Lp (21)	PP (21)	To (13)
1979	10	Dg (100)	PP (35)	Lp (23)	Tr (19)	To (14)
1980	11	Dg (100)	PP (45)	Lp (22)	Tr (13)	To (9)
1981	12	Dg (100)	PP (47)	Lp (20)	Pn (8)	Sm (8)
1982	13	Dg (100)	PP (56)	Lp (14)	To (9)	Pn (7)
1983	14	Dg (100)	PP (54)	Lp (11)	To (8)	Pn (5)
1984	15	Dg (84)	PP (79)	To (11)	Lp (9)	Sa (7)
1985	16	PP (82)	Dg (73)	To (14)	Lp (11)	Pa (10)
1986	17	PP (91)	Dg (62)	To (21)	Pa (14)	Va (8)
1987	18	PP (88)	Dg (59)	To (17)	Tr (11)	Pp (10)
1988	19	PP (99)	Dg (58)	To (19)	Tr (18)	Fa (10)
1989	20	PP (100)	Dg (58)	To (22)	Tr (16)	Fa (14)
1990	21	PP (96)	Dg (58)	Fe (16)	Tr (15)	To (14)
1991	22	PP (100)	Dg (51)	To (13)	Fa (11)	Pp (10)
1992	23	PP (100)	Dg (48)	To (19)	Fa (13)	Pp (12)
1993	24	PP (100)	Dg (38)	To (17)	Fa (12)	Pp (7)
1994	25	PP (100)	Dg (36)	To (16)	Fa (14)	Pp (5)
1995	26	PP (100)	Dg (33)	To (17)	To (14)	Pp (4)
1996	27	PP (100)	Dg (29)	To (16)	To (13)	Tr (4)
1997	28	PP (100)	Dg (25)	To (15)	To (12)	Tr (5)

Species ; Dg : *Dactylis glomerata* L.,
Lp : *Lolium perenne* L.,
Pp : *Phleum pratense* L.,
Tp : *Trifolium pratense* L.,
Pn : *Poa nipponica* Koidz.,
Sm : *Stellaria media* (L.) Villars,
Pa : *Polygonum aviculare* L.,

PP : *Poa pratensis* L.,
Fa : *Festuca arundinacea* Schreb.,
Tr : *Trifolium repens* L.,
To : *Taraxacum officinale* Weber,
Ap : *Artemisia princeps* Pampan,
Sa : *Stellaria aquatica* (L.) Scop.,
Va : *Veronica arvensis* L.

^{a)} This value was calculated from the total value of all investigation quadrat (n=40).

^{b)} Year after establishment.

た。

$$H' = - \sum_i P_i \ln P_i$$

但し、 P_i は種*i*の相対優占度であり、ここでは相対優占度として各草種の相対被度を用いた。すなわち、

$$P_i = (\text{種}i\text{の被度}) / (\text{多年生草本の被度合計})$$

とする。

加えて、各区画の斜面傾斜角および斜面の形状を既報⁴⁾と同様な方法で求めた。

(3) 解析方法

前述した要因間の相互関係を明らかにするため、既報⁴⁾と同様に、「折れ線モデルのあてはめ¹⁰⁾」による解析を行った。

結 果

1. 優占種の経年変化と地形

(1) 優占種の経年変化

積算優占度 (SDR₂) による優占度第1位種から第5位種までの変遷を表2に示した。表中の値は全定置枠を込みにした値であり、調査草地全体からみた平均的な植生変化の過程を示している。調査草地では、利用開始当初は優占度第1位種がオーチャードグラスであったが、利用15~16年目を境にケンタッキーブルーグラスへと変化した。それ以降は、第1位種がケンタッキーブルーグラス、第2位種がオーチャードグラスで安定的に推移したものの、両者のSDR₂値は経年的に差が大きくなる傾向にあった。それ以外の草種では、造成当初に優占度第2位種であったペレニアルライグラスが経年的に順位を落とす一方で、1985年(利用16年目)に追播されたトールフェスクが次第に順位を上げた。牧草以外の草種では、セイヨウタンポポ (*Taraxacum officinale* Weber) が利用6年目以降から常に優占度で上位5位以内を維持した。

(2) 優占種の経年変化と地形

各定置枠が設置された地点の斜面傾斜角は8.5-23.3度の間に分布し、平均値は14.3度であった。斜面の形状について

は、凸型斜面が5.0%、等斉斜面が82.5%であり、凹型斜面は12.5%であった。

図2に優占種の経年的な変化と斜面の形状との関係を示した。凸型および等斉斜面では、優占種がオーチャードグラスからケンタッキーブルーグラスへとほぼ直接的に変化したのに対し、凹型斜面では、オオイチゴツナギ (*Poa nipponica* Koidz.) やシロクロバが優占種に加わる年もあり、その変化の過程はより複雑であった。

図3に優占種の変化が比較的単純であった凸および等斉斜面における、斜面傾斜角と優占種の交代年との関係を示した。オーチャードグラスからケンタッキーブルーグラスへと優占種が交代するまでの期間は、最短の枠で利用8年目、最長の枠で利用19年目と幅があり、その期間は斜面傾斜角の増加に伴って長期化する傾向にあった。この斜面傾斜角と優占種の交代年との関係に折れ線モデルをあてはめた結果、斜面傾斜角15.55度に折曲点を持つ折れ線 ($n=35$, $r^2=0.381$, $p<0.001$) を得た。一方、優占種の交代年とそれに影響すると考えられるケンタッキーブルーグラスの定着年との関係では、両者の間に有意な正の相関関係 ($n=35$, $r=0.761$, $p<0.001$) が認められ (図4)、そのケンタッキーブルーグラスの定着年と新鮮糞の占有面積とは、互いに有意な負の相関関係 ($n=35$, $r=-0.570$, $p<0.001$) にあった (図5)。

2. 植生の空間的な変化と地形

既報⁴⁾で設定した調査区画において1992年に実施した植生調査の結果、調査草地内に出現した全種数は31種であり、内訳は多年生草本が20種、一年生および越年生草本は11種であった。また、各区画の調査枠 ($n=4$) 内に出現した全種数は、1区画当たり平均8.5種で、内訳は多年生草本が6.7種、一年生および越年生草本は1.8種であった。優占種であるケンタッキーブルーグラスは、出現頻度が100%に達し、平均被度も84.8%と非常に高い値を示した。それに次ぐオーチャードグラスは、出現頻度が95.6%と高い値を示したものの、平均被度は6.4%にすぎず、他の牧草および野草につい

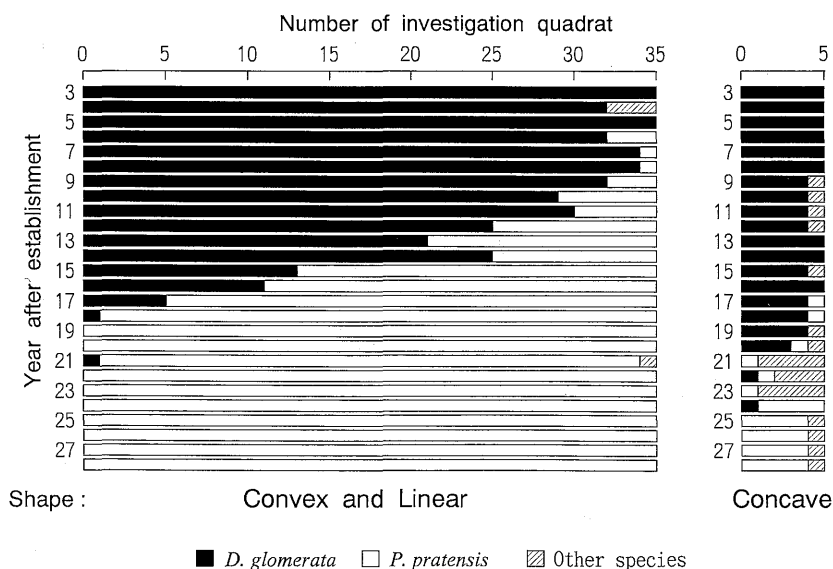


Fig. 2. Relationship between the dominant species transition and slope shape.

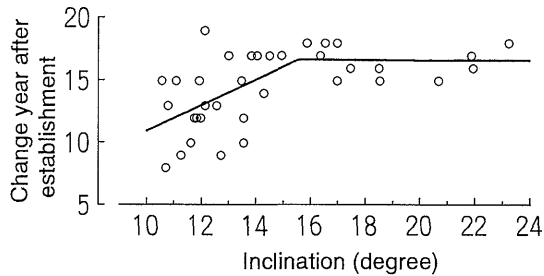


Fig. 3. Relationship between the inclination of pasture and period when dominant species was changed from *Dactylis glomerata* into *Poa pratensis* on the convex and linear slope site.

Their regression is as follows :

$n=35, r^2=0.381, p<0.001.$

$y=1.027x+0.616 \quad (15.55 \geq x).$

$y=16.583 \quad (15.55 < x).$

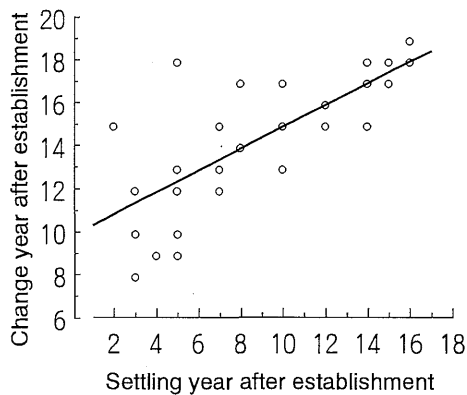


Fig. 4. Relationship between the settling year of *Poa pratensis* and period when dominant species was changed from *Dactylis glomerata* into *Poa pratensis* on the convex and linear slope site.

Their regression is as follows :

$n=35, r=0.761, p<0.001.$

$y=0.506x+9.829.$

ても、それらの平均被度は3%以下であった。

各区画の調査枠 ($n=4$) 内に出現した多年生草本の種数の分布を図6に示した。多年生草本の種数は、斜面傾斜角の大きい牧区の西半部と東半部の西端で高い値を示し、牧区中央の尾根部または東半部の緩傾斜地では低い値を示した。区画別では、種数の最も多い区画で12種が、最も少ない区画で3種が出現した。

図7に多年生草本の種数と斜面傾斜角との関係を示した。これを斜面の形状別にみると、凸型および等斉斜面では、斜面傾斜角の増加に伴って種数は増える傾向にあり、両者の間には有意な正の相関関係 ($n=105, r=0.692, p<0.001$) が認められた。一方、凹型斜面では、斜面傾斜角との間に一定の関係は認められなかった。なお、牧区の西半部には、東半部とは異なり、トールフェスクおよびチモシーも播種されているが、これらの2草種を除いてもほぼ同様の結果が得られた。

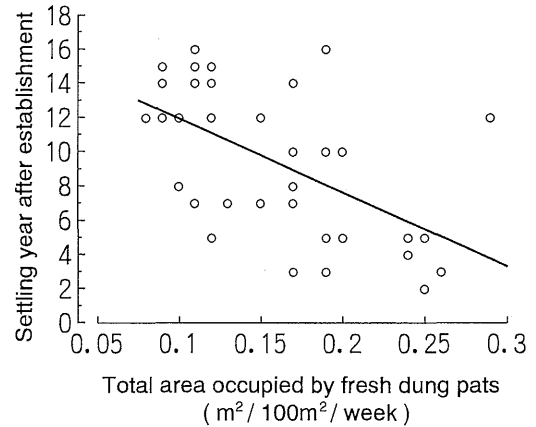


Fig. 5. Relationship between the total area occupied by fresh dung pats^{a)} and the settling year of *Poa pratensis* on the convex and linear slope site.

Their regression is as follows :

$n=35, r=-0.570, p<0.001.$

$y=-43.054x+16.244.$

^{a)} The total area occupied by fresh dung pats was given by average from May to October in 1993.

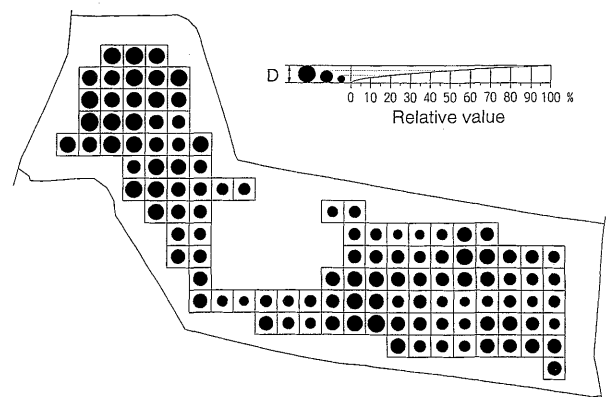


Fig. 6. Distribution of number of species of perennial grass.

● : the size of symbol indicates the relative value as compared with a maximum value in 1992. Size of one grid cell is 10 m × 10 m.

図8に多年生草本の多様度指数（以下、単に多様度指数とする）と斜面傾斜角との関係を示した。これを斜面の形状別にみると、凸型および等斉斜面では、斜面傾斜角の増加に伴って多様度指数は高まる傾向にあり、両者の間には有意な正の相関関係 ($n=105, r=0.602, p<0.001$) が認められた。一方、凹型斜面では、斜面傾斜角との間に一定の関係は認められなかった。この結果は、牧区の西半部のみに播種されたトールフェスクおよびチモシーの2草種を除いてもほぼ同様であった。

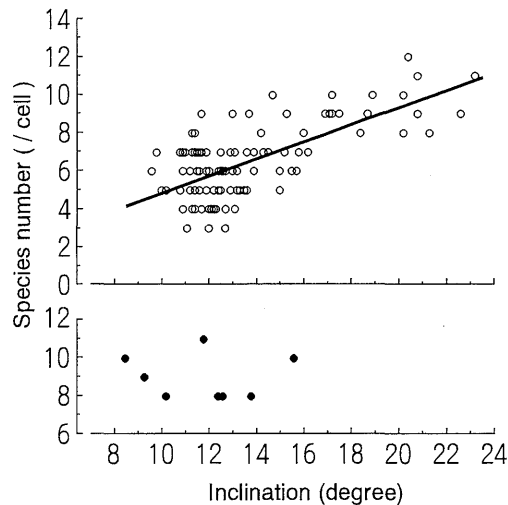


Fig. 7. Relationship between the inclination of pasture and the species number^{a)} of perennial grass.

Upper panel (○) shows convex and linear slopes, and their regression is as follows:

$n=105$, $r=0.692$, $p<0.001$.

$y=0.448x+0.34$.

Bottom panel (●) shows concave slopes, and their regression is not significant.

^{a)} Species number: Each data was derived from four 1 m×1 m quadrats in each grid cell shown in Fig 6.

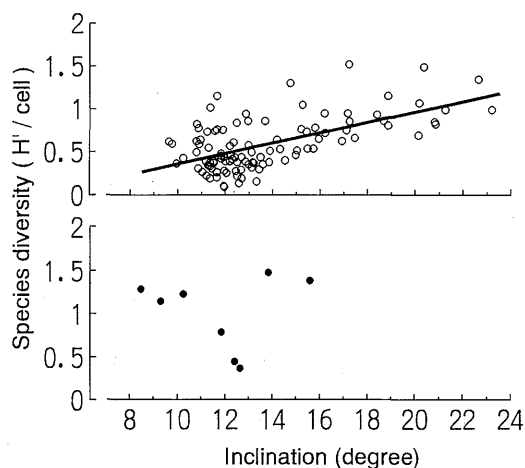


Fig. 8. Relationship between the inclination of pasture and the species diversity (H')^{a)} of perennial grass.

Upper panel (○) shows convex and linear slopes, and their regression is as follows:

$n=105$, $r=0.602$, $p<0.001$.

$y=0.060x-0.24$.

Bottom panel (●) shows concave slopes, and their regression is not significant.

^{a)} Species diversity (H'): Shannon-Wiener index (nit) was derived from four 1 m×1 m quadrats in each grid cell shown in Fig 6.

考 察

1. 凸型および等斉斜面における植生の空間分布と優占種の経年変化

(1) 優占種の経年変化

凸型および等斉斜面では、放牧利用の経年化に伴って、優占種がオーチャードグラスからケンタッキーブルーグラスへと変化した。しかし、その速度は局所的に異なるものであり、優占種の交代に至る期間は斜面傾斜角の増加に伴って長期化する傾向にあった。斜面傾斜角と優占種の交代年との関係に折れ線モデルをあてはめた結果では、斜面傾斜角 15.55 度に折曲点が認められ、この値は斜面傾斜角と新鮮糞の占有面積との関係⁵⁾で認められた折曲点 (15.53 度) とほぼ同様であった。これらの結果は、地形に伴う糞分布の偏りが優占種の交代に至る過程にまで影響することを示唆するが、その影響はケンタッキーブルーグラスの動態を通じた間接的なものと推察される。すなわち、ケンタッキーブルーグラスの定着頻度は利用 3 年目の段階で 10% ($n=40$) と非常に小さく、その値は放牧利用が進むにつれて急速に増加した。これには、放牧牛の排糞による同種の種子散布が重要な役割を果たしている^{2,3)}と考えられ、本調査草地でも、新鮮糞の占有面積が大きい場所ほど同種の定着に要する期間は短くなる傾向にあった。また、そのケンタッキーブルーグラスの定着時期は優占種の交代時期とも密接に関係し、同種の定着が早期に完了した場所では優占種の交代に至る期間も比較的短くなる傾向にあった。つまり、地形に伴う糞分布の偏りは、草地内におけるケンタッキーブルーグラスの定着時期を局所的に変化させることで、優占種の交代に至る期間を緩傾斜地では比較的短く、急傾斜地ではより長期化させる主な原因になっていることが推察される。

このように、本調査草地では、排糞の分布に関連したケンタッキーブルーグラスの定着時期が優占種の局所的な推移に大きく影響していると考えられるが、一方では、その排糞の分布に関連した被食の程度、もしくは土壌養分の局所的な差異が植生の動態に関与するという報告^{7,11)}もある。しかし、本調査草地では、被食の程度⁵⁾と優占種の交代年との間に明瞭な関係は認められず、土壌養分の偏り⁵⁾が優占種の動態に及ぼす影響についても十分な関係を見いだすことができなかった。これには、優占種の交代に至る過程に対し、被食や土壌養分の効果が相対的に小さかったことが関係している可能性がある。すなわち、草地構成草種の種類や量およびその分布によって、植生変化の過程に対する採食、踏圧、排糞の効果はそれぞれ異なることが予想され、上述の相互関係をより深く理解するためには、地形も含めた異なる植生条件下での検証を積み重ねていくことが必要になると考えられる。

(2) 植生の空間分布

草地造成から利用 24 年目 (1992 年) に行った植生調査の結果では、ケンタッキーブルーグラスの平均被度が 84.8% に達し、他の草種に比べて圧倒的に優占していた。そのため、草地は非常に単純な相観を示していた。NUMATA⁹⁾は、偏向遷移系列の一つにケンタッキーブルーグラス草地をあげてい

るが、調査草地に観られる比較的単純な植生もそれに準じたものと理解できる。

調査草地では、造成以降の28年間で多年生植物(木本を含む)が93種確認され、利用24年目に行った植生調査では、その内の20種が確認された。加えて、凸型および等斉斜面では斜面傾斜角の増加に伴って出現種数は増加する傾向にあり、多様性指数を用いた評価でも群落の組成はより複雑になる傾向にあった。このように比較的単純な植生の中にも群落の組成や種の分布に空間的な偏りが存在するが、それを生み出す原因の一つに、地形に伴う放牧圧の局所的な違いがあると考えられる。すなわち、斜面傾斜角の増加に伴って、排糞からの養分還元量は相対的に少なくなり、採食や踏圧などによる物理的な攪乱は相対的に大きくなる^{4,5)}。そのため、傾斜が急な地点では優占種であるケンタッキブルーグラスの生育が阻害され、他の草種を排除するほどには優占しない。また、不連続かつ高頻度に発生する裸地によって優占種以外の草種にも常に更新の機会が与えられ、結果的に急傾斜地においてより多くの種の存続が可能になったと推察される。今後は、構成草種個々の生育および繁殖特性との関連から上述の相互関係を検証し、具体的に意味づける必要があると考えられる。

2. 凹型斜面における植生の空間分布と優占種の経年変化

既報^{4,5)}で示したように、凹型斜面では斜面傾斜角と放牧圧(裸地や糞の分布など)との間に一定の関係は認められなかった。そして、その原因は高い集水性を持つ凹型斜面の環境特異性にあると考察された。加えて、本調査の結果、凹型斜面では斜面傾斜角と多年生草本の種数および多様性指数との間に有意な関係は認められず、優占種の経年変化の過程も凸型および等斉斜面に比べてより複雑になる傾向にあった。これらの結果は、凹型斜面から派生する特異な環境の影響が植生の時・空間的な変化にまで及ぶことを示唆している。したがって、凹型斜面では凸型および等斉斜面とは異なる植生の取り扱いが必要であり、その具体化のためには集水域も含めたより多角的な視点からの再検討が必要になると考えられる。

謝 辞

本研究の実施に際し、貴重な御意見ならびに御援助を頂いた岩間秀矩博士、櫛引史郎氏(現在、東北農業試験場)、林孝博士(現在、畜産試験場)に、また、草地および家畜の管理に御尽力を頂いた業務科諸氏、ならびに調査に御協力を頂いた臨時職員諸氏に謝意を表する。併せて、本稿の御校閲を頂いた草地試験場山地支場長古川良平博士、中国農業試験場佐藤節郎博士に御礼申し上げる。

引 用 文 献

- 1) 堀川秀雄・伊藤秀三(1958)放牧地における植生の連続性および攪乱に対する指標植物。日生態会誌 8, 123-128.
- 2) 井出保行・林 治雄・下田勝久・坂上清一(1999)ケンタッ

- キーブルーグラス(*Poa pratensis* L.)の種子繁殖と放牧家畜の排糞による種子散布。1. 種子の糞中排出と排出種子の発芽。日草誌 45, 157-162.
- 3) 井出保行・林 治雄・下田勝久・坂上清一(1999)ケンタッキブルーグラス(*Poa pratensis* L.)の種子繁殖と放牧家畜の排糞による種子散布。2. 糞により散布されたケンタッキブルーグラス種子の発芽率の季節的な変化および糞中種子によるササ型草地への侵入。日草誌 45, 163-169.
- 4) 井出保行・小島 誠・林 治雄(1998)傾斜放牧草地の地形と草地管理。1. 裸地と排糞の分布。日草誌 44, 208-214.
- 5) 井出保行・小島 誠・林 治雄(1998)傾斜放牧草地の地形と草地管理。2. 排糞分布の偏りが土壌養分や牧草の生産量およびその利用率に及ぼす影響。日草誌 44, 215-222.
- 6) 伊藤秀三(1977)群落の組成と構造。朝倉書店。東京。pp. 83-94.
- 7) 小山信明・塩見正衛・築城幹典(1989)寒地型牧草地からシバ型草地への植生の移行期におけるエネルギーの流れ。I. 植生の移行。日草誌 35, 24-29.
- 8) 西脇亜也・菅原和夫・伊藤 巖(1993)放牧影響下にあるスキ型草地での低木群落の成立。日草誌 39, 1-6.
- 9) NUMATA, M. (1971) Quaternary history of grasslands. - particularly on relationships of climate to grasses and grassland types and on human role in development of grassland formations on the earth -. *Bull. Bio-geogr. Soc. Japan* 26 (4), 21-27.
- 10) 大塚擁男(1978)折れ線モデルのあてはめ。農林水産技術会議事務局農林研究計算センター報告 14, 1-31.
- 11) 佐藤健次・野本達郎・梨木 守(1988)長期輪換放牧草地での牧区面積の縮小が草種構成の均等化に及ぼす影響。草地試研報 38, 87-96.

要 旨

井出保行・林 治雄・須藤賢司・嶋村匡俊(2000): 傾斜放牧草地の地形と草地管理。3. 植生の時間的・空間的な変化と地形。日草誌 46, 45-51.

傾斜放牧草地において、地形の変化に伴う放牧圧(採食・踏圧・排糞)の偏りが草地植生の時間的・空間的な変化と与える影響を検討した。

調査草地では、利用年次の経過に伴って優占種がオーチャードグラスからケンタッキブルーグラスへと変化した。ただし、その変化の過程は凸型および等斉斜面では比較的単純なのに対し、凹型斜面ではより複雑であった。凸型および等斉斜面では、優占種の交代に至る期間が斜面傾斜角の増加に伴って長期化する傾向にあり、その交代に至る期間の長短はケンタッキブルーグラスの定着年と有意な正の相関関係にあった。

草地造成から利用24年目に行った植生調査の結果、ケンタッキブルーグラスの平均被度は約85%に達し、他の草種に比べ圧倒的に優占した。凸型および等斉斜面では、斜面傾斜角の増加に伴って多年生草本の出現種数が増加する傾向にあり、群落の組成もより複雑になる傾向にあった。一方、凹型斜面では、斜面傾斜角と種数の間に一定の関係は認められなかった。

以上の結果と地形に伴う放牧圧の偏りとの関係を検討した結果、両者は密接に関連していると考えられた。

キーワード: 草地管理, 草地植生, 地形.