

寒地型放牧草地の維持管理

1. はじめに

わが国における寒地型放牧草地の維持管理研究では、育成牛放牧草地の生産力増強や放牧期間の延長技術に始まり、近年の搾乳牛を対象とした集約放牧技術に至るまで、用途に応じた草種ごとの管理技術が精力的に整備されてきた。特に北海道では、ペレニアルライグラスによる集約放牧技術の導入（落合 1997；石田 2003）を端緒として、チモシー（原 2003）やメドウフェスク（須藤 2004；西道ら 2013）など道内各地域の気象条件に適した基幹草種ごとの集約放牧技術が次々に検討された。さらに、省力型の放牧についても、ケンタッキーブルーグラスの基幹イネ科牧草としての有用性が見直された（三枝ら 2006）。一方、このように放牧草地の利用管理技術が基幹草種ごとに多様化しても、施肥管理については、土－草－牛の養分循環に基づいて統一的に制御できることが明らかにされた（三枝ら 2014）。

本稿では、これまでに提示された基幹草種ごとの放牧利用技術を概観した上で、それらを統一的に理解する施肥の論理について紹介する。

2. 基幹草種に応じた放牧草地の利用管理技術

1) 集約放牧

(1) ペレニアルライグラス

ペレニアルライグラスは栄養価と採食性に優れ、草高20cm以下の短草利用で高密度の放牧草地を実現できる（落合 1997）。また、出芽後の初期生育が速やかで、放牧期間中の追播が可能である（新宮・堤 2011）。一方、採草利用においても、チモシーやオーチャードグラスよりも高い消化率を示し、水溶性炭水化物に富むことから、サイレージの発酵品質にも優れる（岡元 2010）。このように、ペレニアルライグラスは搾乳牛をはじめとする集約放牧に高い適性を有する。しかし、越冬性に劣るため、北海道内の栽培適地は、冬季気象条件の厳しい道東地域が

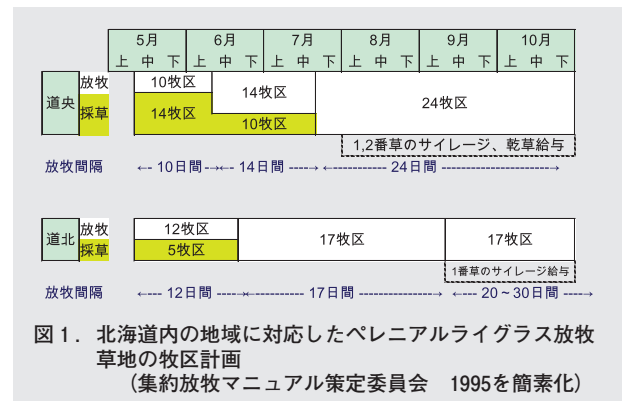


図1. 北海道内の地域に対応したペレニアルライグラス放牧草地の牧区計画
(集約放牧マニュアル策定委員会 1995を簡素化)

除かれ、道央、道南および道北地域に限られる。

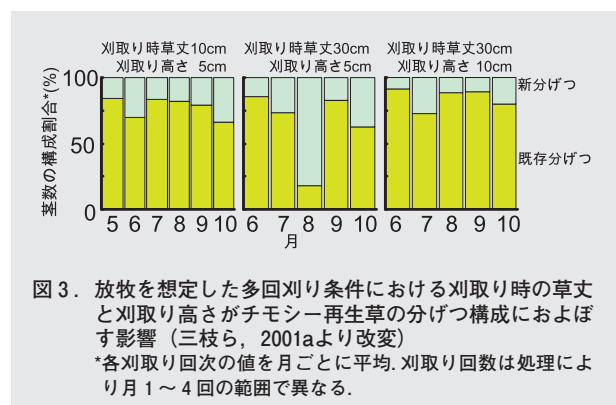
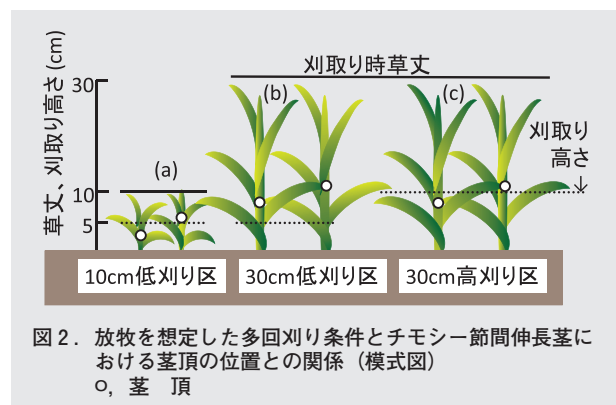
栽培可能な地域の中では、それぞれの気象条件に応じて牧草生産性が異なるので、各地域に対応した放牧強度と牧区計画が設定されている。道北地域では、日乳量20kgの牛群で2.2頭/ha、25kgで1.9頭/ha、道央地域では牧草生産性が高いので、日乳量30kgの牛群で2.0頭/ha程度である。放牧間隔も地域の牧草生産性を反映し、道北地域の方が道央地域よりもやや長めに設定されている（図1；集約放牧マニュアル策定委員会 1995）。放牧方式は1日輪換放牧を基本とするが、牛の頭数に対して草量が十分あれば、滞牧日数2～3日程度の輪換放牧も可能である（新宮ら 2008）。

(2) チモシー

北海道東部のように、冬季気象条件の厳しい土壌凍結地帯では、越冬性に劣るペレニアルライグラスが安定的に栽培できず、寒さに強いチモシーが利用される。チモシーは北海道の採草地で最も主要な基幹草種であるが、放牧利用では衰退しやすい。また、種子からの初期生育が遅く、放牧期間中の追播が難しい。そこで放牧利用に際しては、チモシーの衰退を緩和するため、以下の配慮を要する。

①品種選択

放牧専用利用には緩やかに穂を出す晩生品種が、また、兼用利用には早生～晩生の品種が適する。極



早生品種の放牧利用は雑草に侵入されやすく、適さない。混播するマメ科牧草は、チモシーを抑圧しにくい小葉型か中葉型のシロクロバがよい（集約放牧マニュアル策定委員会 1995）。

②利用草丈

利用時には、草丈30～40cm程度で入牧し、草高15cm程度まで食わせたら速やかに退牧する（原 2003）。これには1日輪換放牧が適する。北海道のチモシーは6～7月に大半の分げつが生殖生長に移行し、節間伸長を開始する。それに伴って茎頂が上昇を始めるが、その上昇度合いは、各分げつの節間伸長の進行具合に対応して少しずつ異なる。このため、喫食草高を高め設定することで、採食によって茎頂が失われる分げつとそうでない分げつができ

（図2）、結果的に分げつの世代交代が徐々に進行することになる（図3；三枝ら 2001a）。これにより、常に一定程度の生き残り分げつが確保されるとともに、残葉の光合成により地上部の再生速度が維持されるため、他草種との競合力を確保できる。

（3）メドウフェスク

メドウフェスクはこれまで、冬枯れを起こしやすいオーチャードグラスを援護する随伴草種として、放牧草地に混播されてきた。しかし、近年、ペレニアルライグラス並みの生産性を示す放牧方法が明らかにされ（須藤 2004）、道東の冬に耐えうる新品種が開発され（高井ら 2001；田瀬ら 2013）、さらに、放牧しながら追播できる草種特性が確認された（佐藤ら 2007）。これらによって、メドウフェスクは搾乳牛の集約放牧に対し、北海道全域で利用可能な最初の基幹イネ科草種と見なされるようになった。メドウフェスクを基幹とする放牧草地の利用草高は、ペレニアルライグラスよりも少し高い25cm程度が推奨される（須藤 2004）。しかし、春の放牧開始時には、草丈をやや低めの20cmにすると、掃除刈りを行うことなく秋まで利用できる。また、天候等の事情で放牧開始が遅れ、掃除刈りが必要になった場合には、7月上旬に刈高10cm程度で刈り払うとよい（西道ら 2013）。

メドウフェスクの放牧草地は特に秋の生産性に優れるので、チモシー放牧草地と比べると、秋に準備する兼用草地の必要面積が少なく済む（表1；牧野ら 2007）。しかし、前述のペレニアルライグラスやチモシーとは異なり、メドウフェスクの採草利用については、適否の検討例が少なく、必ずしも統一的な見解が得られていない。そこで現状では、放牧専用草地はメドウフェスクを基幹とし、兼用草地はチモシーを基幹とすることが推奨されている。

表1. チモシー草地とメドウフェスク草地の牧区計画（牧野ら2007より作表）

基幹草種	時期	利用形態	草種	日生育量 kgDM/ha/日	休牧日数 日	牧区数 区	1牧区面積 ha/区	必要面積 ha
				A	B	C=B+1	D	C×D
チモシー（TY）	6～7月	放牧専用	TY	54	10	11	1.27	14.0
		放牧専用	TY	36	15	11	1.27	14.0
	8～9月	兼用	TY			5		6.3
		計				16		20.3
メドウフェスク（MF） +	6～7月	放牧専用	MF	53	10	11	1.27	14.0
		放牧専用	MF	41	13	11	1.27	14.0
チモシー兼用（TY）	8～9月	兼用	TY	36		3	1.45	4.3
		計				14		18.3

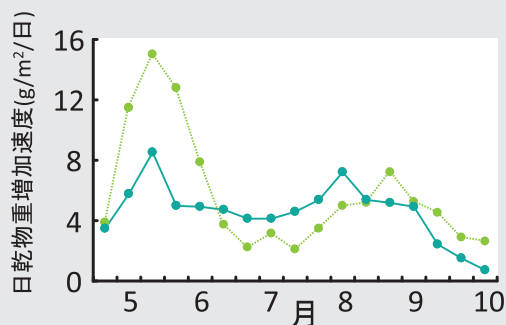


図4. ケンタッキーブルーグラス草地の連続放牧条件における日乾物重増加速度（三枝ら，2001b）

●，ケンタッキーブルーグラス連続放牧；●，チモシー輪換放牧*
* 全体を5-10牧区に仕切り、毎日輪換して放牧前の草丈を30cm前後に調節、掃除刈りおよび採草利用はしない。

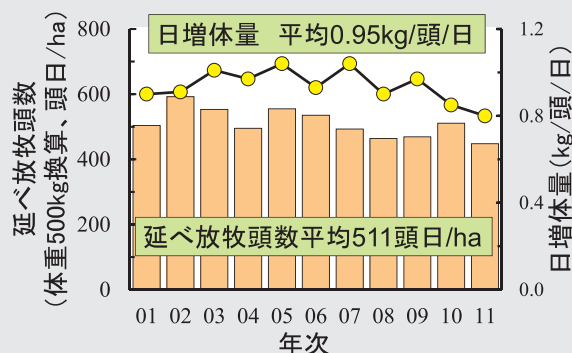


図5. 省力管理を11年間継続したケンタッキーブルーグラス・シロクロバ混播草地における乳用育成牛の家畜生産性（八木・高橋 2012より改変）

2) ケンタッキーブルーグラスの省力放牧

将来、わが国の少子高齢化や農家戸数の減少がさらに進行した場合、省力的な放牧草地の管理法も必要となる。省力的だが粗放ではない放牧草地を目指し、従来北海道の優良草地に侵入する地下茎型イネ科草で駆除の対象とされていたケンタッキーブルーグラスが再評価された（三枝ら 2006）。当草種のスプリングフラッシュは穏やかなので、季節生産性の平準化を図りやすく、省力的な連続放牧に適する（図4；三枝ら 2001b）。その際、ケンタッキーブルーグラスの栄養価の低さは短草利用とシロクロバの混播によって改善できる。これにより、増体を目的とする家畜に十分な栄養を省力的かつ安定的に供給可能であることが実証された（図5；八木・高橋 2012）。

3. 養分循環に基づく放牧草地の施肥管理技術

前述のように、放牧草地の基幹草種は、土地の気象・土壌条件と放牧目的によっておおむね決まる。そして、基幹草種が異なると、その牧区に適した利

用管理法も大きく変化する。ところが、各牧区に必要な年間施肥量を各地域で検討した結果、基幹草種によらずほぼ類似した水準となった。たとえば、北海道東部のチモシー・シロクロバ混播草地における集約放牧条件の施肥適量は窒素（N）、リン（ P_2O_5 ）およびカリウム（ K_2O ）のいずれも年間4 kg/10aであり（酒井ら 2004）、この施肥量は基幹イネ科牧草がメドウフェスクでも適用できた（三枝ら 2013）。この水準は、北海道中央部のケンタッキーブルーグラス放牧草地で実証された施肥適量（八木・高橋 2012）や、北海道北部で明らかにされていたペレニアルライグラス放牧草地の年間窒素施肥量3 kg/10a（三木ら 1996）にも近かった。このように、年間の施肥適量が基幹草種によらず比較的類似した理由を考えるため、放牧草地の養分循環に基づく施肥の考え方を図6のように整理した（三枝ら 2008）。家畜が放牧草を採食すると、それに含まれる肥料養分は家畜の維持と生産に利用された後、ふん尿排泄によって放牧草地に還元される。排泄された養分は直ちに全てが牧草に化学肥料と同様に再利用されるわけではなく、一部が土壌への蓄積や環境への流出等によって、当面、再利用できなくなる。このように、放牧するたびに放牧草が再利用できる肥料養分（肥料換算養分）が減少していく。この肥料換算養分の減少量に相当する量を肥料として補給すれば、放牧草地の生産性を維持できる。

この考え方に基づき、北海道内各地で実施された延べ48牧区の放牧試験結果を表2のように解析した（三枝ら 2014）。北海道の乳牛放牧草地では、平均で年間に窒素（N）13kg/10a、リン（ P_2O_5 ）3 kg/10a、カリウム（ K_2O ）16kg/10a程度が放牧草として牛に摂取され、それらの約8割がふん尿排泄によって草地に還元される。このうち、牧草に対する速効性化学肥料とみなせる部分は窒素で5割、リンで3割、カリウムで8割程度なので、差し引き窒素（N）8 kg/10a、リン（ P_2O_5 ）3 kg/10a、カリウム（ K_2O ）5 kg/10a程

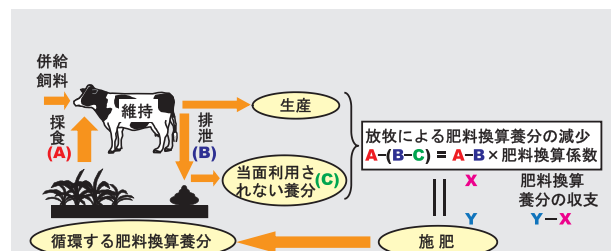


図6. 放牧草地の養分循環に基づく施肥の考え方（三枝ら 2008）

表2. 放牧による年間の肥料換算養分減少量に関する草種間差と地域間差（三枝ら，2014）

系列名	地域 基幹草種	延べ 牧区数	放牧 (調査) 期間	牧区毎 延べ放 牧日数	被食量 g/m ²	養分摂取量 (A)			肥料換算養分の 推定還元量 (B)			肥料換算養分の 減少量 (A-B)		
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
						----- g/m ² -----			----- g/m ² -----			----- g/m ² -----		
道東	チモシー	5	151	10	459	11.7	3.5	13.5 ^a	5.7	0.8	8.9 ^a	6.0 ^{ab}	2.7 ^{ab}	4.6 ^a
	メドウフェスク	16	135	10	460	14.5	3.9	17.0 ^{ab}	5.6	0.9	11.3 ^{ab}	8.8 ^b	3.0 ^b	5.7 ^a
道央	メドウフェスク	10	120	9	499	13.3	3.2	15.5 ^{ab}	5.8	0.8	10.6 ^{ab}	7.4 ^{ab}	2.4 ^{ab}	4.9 ^a
	ペレニアルライグラス	10	118	8	422	10.9	2.8	13.9 ^a	5.2	0.7	9.4 ^{ab}	5.7 ^a	2.1 ^a	4.5 ^a
道北	ペレニアルライグラス	4	134	13	371	11.5	3.3	15.0 ^{ab}	4.1	0.8	9.9 ^{ab}	7.3 ^{ab}	2.5 ^{ab}	5.1 ^a
	オーチャードグラス	3	141	17	467	13.5	4.5	21.4 ^b	3.8	0.9	13.4 ^b	9.7 ^{ab}	3.6 ^b	8.0 ^b
有意差判定					ns	ns	ns	P<0.05	ns	ns	P<0.05	P<0.05	P<0.05	P<0.05
全事例の平均				10	452	13	3	16	5	1	11	8	3	5

異種文字間に有意差有り (P<0.05, Tukey-Kramer).

度が、化学肥料とみなせる養分（肥料換算養分）として放牧草地から1年の間に減少する。これらに相当する養分量を化学肥料や根粒菌の窒素固定によって放牧草地に補給することで、放牧草地の生産性を維持することができる。こうして得た肥料換算養分の減少量を地域と基幹草種ごとに比較すると、同一地域内での草種間差、あるいは同一草種での地域間差はほとんど認められない。肥料換算養分の減少量を変動させる要因は、地域や基幹草種ではなく、被食量の違いにあった（図7）。放牧草の成長は、たしかに地域、土壌、草種構成、季節などに応じて変化する。しかし、たとえ牧草の成長量が同じでも、放牧頭数、放牧時間、併給粗飼料の量など、飼養条件が異なれば被食量も変化する。特に、搾乳牛の放牧飼養法は、酪農場ごとにきわめて多様である。したがって、肥料換算養分減少量の標準値すなわち放牧草地への施肥適量を、採草地のように地域、土壌、基幹草種によって設定することは適当でない。このような場合には、まず放牧牛の被食量の標準的な範囲を設定し、その被

食量で放牧されている牧区の平均的な肥料換算養分減少量を地域・土壌・基幹草種にかかわらず一律に施肥適量と位置づけるほうが合理的といえる。

4. おわりに

以上のように、放牧草地の基幹イネ科草種は、放牧牛に期待する家畜生産性と地形、土壌、気象等の土地条件によって選択され、それに応じて放牧草地の適切な利用管理法が決まる。今後も新たな草種が導入されれば、その生育特性に応じた管理方法の研究が重要となろう。一方、放牧草地への年間施肥量は、基幹草種が異なっても、被食量に大きな変化がない限り大きくは変動しないと思われる。それよりも、搾乳牛と牛乳を生産しない乳肉育成牛や肉用牛との違い、あるいは、牧区内における養分分布の不均一性に関する施肥対応について、さらなる研究が必要と考える。

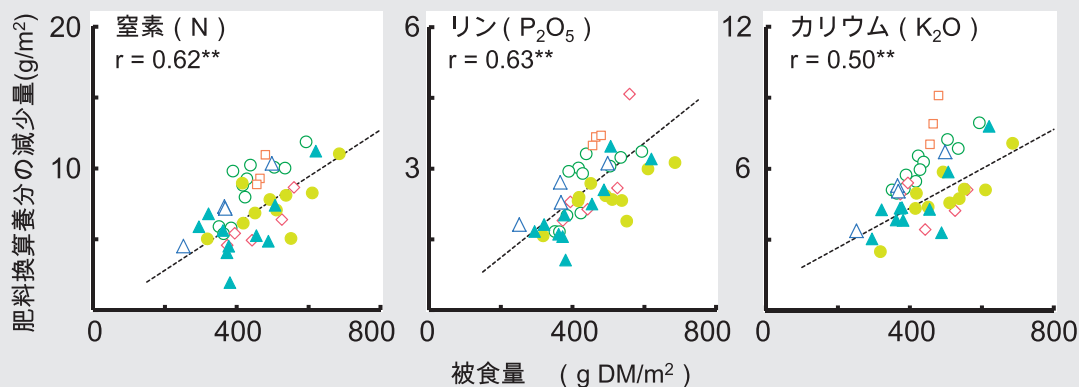


図7. 放牧による年間の被食量と肥料換算養分減少量の関係（三枝ら，2014）

○,道東メドウフェスク; ●,道央メドウフェスク; △,道北ペレニアルライグラス; ▲,道央ペレニアルライグラス; ◇,道東チモシー; □,道北オーチャードグラス; **,P<0.01; -----,各系列共通の傾きの方向。

引用文献

- 原悟志（2003）根釧地方の場合、松中照夫編著、放牧で牛乳生産を－北海道での放牧成功の条件－、p53-70、酪農総合研究所
- 石田亨（2003）天北地方の場合、松中照夫編著、放牧で牛乳生産を－北海道での放牧成功の条件－、p71-86、酪農総合研究所
- 牧野司、佐藤尚親、林拓（2007）根釧地域におけるメドウフェスクおよびチモシー草地の生産性と放牧地必要面積、日本草地学会誌、53（別）、88-89
- 三木直倫、小宮山誠一、松中照夫、木曾誠二（1996）ペレニアルライグラス集約放牧草地のシロクロバを維持するための窒素施肥法、平成7年度研究成果情報－北海道農業－、202-203
- 西道由紀子、三枝俊哉、牧野司、須藤賢司、松村哲夫（2013）北海道東部のメドウフェスク（*Festuca pratensis* Huds.）草地における放牧開始および掃除刈りの適期、日本草地学会誌、59、8-13
- 落合一彦（1997）未来を拓く酪農経営 放牧のすすめ、p29-46、酪農総合研究所
- 岡元英樹（2010）天北地方における高栄養牧草ペレニアルライグラスの採草利用を含めた有効活用に関する研究、北海道立農業試験場報告、125、37-43
- 三枝俊哉、西道由紀子（2013）北海道東部のメドウフェスク（*Festuca pratensis* Huds.）を基幹とする乳牛集約放牧草地に対する施肥適量、日本草地学会誌、58、241-248
- 三枝俊哉・西道由紀子・大塚省吾・須藤賢司（2008）養分循環に基づく乳牛放牧草地の施肥対応－北海道の標準施肥量と土壌診断に基づく施肥対応－、日本草地学会誌、54（別）、320-321
- 三枝俊哉、西道由紀子、大塚省吾、須藤賢司（2014）北海道の乳牛集約放牧草地における養分循環に基づく施肥適量、日本草地学会誌、60、10-19
- 三枝俊哉、手島茂樹、小川恭男、高橋俊（2001a）放牧を想定した多回刈り条件におけるチモシーの衰退緩和要因、平成12年度研究成果情報－北海道農業－、p168-169
- 三枝俊哉、手島茂樹、小川恭男、高橋俊（2001b）ケンタッキーブルーグラス・シロクロバ混播草地の放牧条件における植生の安定性と牧草生産性、平成12年度研究成果情報－北海道農業－、p. 164-165
- 三枝俊哉・手島茂樹・小川恭男・高橋俊（2006）北海道における省力的放牧草地としてのケンタッキーブルーグラス（*Poa pratensis* L.）・シロクロバ（*Trifolium repens* L.）混播草地の適性評価、1. 連続放牧条件における家畜生産性、日本草地学会誌、51、354-361
- 酒井 治、寶示戸雅之、三木直倫、三枝俊哉（2004）チモシー・シロクロバ混播草地の集約放牧条件における施肥量低減、日本土壌肥料学雑誌、75、711-714
- 佐藤尚親、牧野司、林拓、西道由紀子、原仁、松村哲夫、須藤賢司、篠田満、小林朋也（2007）北海道東部地域の地下茎型イネ科草優占草地における簡易更新によるメドウフェスクの導入効果、日本草地学会誌、53（別）、42-43
- 新宮裕子、中村直樹、吉田昌幸、岡元英樹（2008）ペレニアルライグラス放牧地における乳牛の数日滞牧型輪換放牧技術、平成19年度研究成果情報－北海道農業－、p172-173、北海道農業研究センター
- 新宮裕子、堤光昭（2011）作溝法によるオーチャードグラス主体放牧地へのペレニアルライグラスの追播効果、北海道草地研究会報、45、39-44
- 集約放牧マニュアル策定委員会（1995）集約放牧マニュアル、p25-41、北海道農業試験場研究推進会議
- 須藤賢司（2004）搾乳牛の集約放牧技術の確立に関する研究－メドウフェスク草地を焦点として－、北海道農業試験場研究報告、181、43-87
- 高井智之、中山貞夫、寺田康道、宝示戸貞雄、大同久明、荒木博、水野和彦、杉田紳一、伊藤公一（2001）メドウフェスクの新品種「ハルサカエ」の育成とその特性、北海道農業試験場研究報告、173、47-62
- 田瀬和浩、田村健一、眞田康治、高井智之、山田敏彦、中山貞夫、大同久明、水野和彦、藤井弘毅、澤田嘉昭、山川政明、佐藤尚親、林拓、牧野司（2013）メドウフェスク新品種「まきばさかえ」の育成とその特性、北海道農業試験場研究報告、198、1-21
- 八木隆徳・高橋俊（2012）ケンタッキーブルーグラス基幹放牧草地における省力管理条件下の牧草及び家畜生産性－11年間の継続調査、日本草地学会誌、58（別）、40