

北海道草地研究会賞受賞論文

## ガレガ (*Galega orientalis* Lam.) の北海道への導入に関する研究

岩 淵 慶

Study on Introduction of Galega (*Galega orientalis* Lam.) into Hokkaido, Japan

Kei IWABUCHI

### はじめに

北海道では豊富な土地基盤を活用した自給飼料多給型の酪農の実践が求められている。しかし、北海道における自給粗飼料の栄養価はここ 10 年変化が見られず、イネ科牧草主体サイレージの TDN 含量は 55~60% の範囲で、牧草収量もおおむね 3,300 から 3,500kg/10a と同様にほぼ横這いである。また、草地におけるマメ科牧草の混播割合は平均で 10% 程度と極めて低く (北海道農政部 2002)、草地の量と質が不足していることから、その実践は困難な状況にある。このことは、換言するとマメ科牧草の積極的な活用による改善の余地が非常に大きいことを示していることに他ならず、マメ科牧草をターゲットとした研究の重要性を示唆している。

北海道において現在利用されているマメ科牧草は、アカクロバ、シロクロバおよびアルファルファであるが、これらは一般的に永続性が劣ることが指摘されており、質・量ともに良好な草地を長期的に利用できない一因となっている。

これまで北海道で利用されてきたマメ科牧草が持つ栽培上の問題点を大きく改善するためには、「種の壁」を超えた新規の草種を導入することが 1 つの解決手法として考えられる。そこで、筆者は北海道と気象条件が似ている北欧で最近、研究開発が進んでいるマメ科牧草「ガレガ (*Galega orientalis* Lam.)」を、「第 4 のマメ科牧草種」として北海道に導入することは大きな可能性があると考え、ガレガの北海道における生育特性の解明、ならびに栽培・利用に関する検討を行った (岩淵ら 2001a, 2001b; 岩淵ら 2004; Iwabuchi ら 2005; 岩淵ら 2007; 岩淵ら 2011a; 岩淵ら 2011b)。

### 1. ガレガの生育特性と適応性

ガレガを北海道に導入するにあたり、最初に北海道における生育特性および適応性を検討する必要がある。そこで、形態的な特徴や生育特性を調査するとともに、北海道 7 地域においてガレガの生育特性からみた適応性について、アルファルファおよびアカクロ

バと比較検討した。

ガレガの根部は主根を持ち、そこから旺盛な地下茎を発達させて根系を形成する。北海道で春播種した場合、地下茎は 8 月中旬頃から発生し、地下茎により永続性を維持している (図 1)。播種 2 年目には畦間からの再生が見られた。ガレガはマメ科植物であるため、ガレガに特有の根粒菌 *Rhizobium galegae* が着生する。本試験では、エストニア農業試験場より分譲を受けた菌株 (Lindstrom 1989; Lipsanen・Lindstrom 1988) を接種した種子を用いて調査を行った。北海道には *Rhizobium galegae* 土着菌が存在しないため、予備試験で根粒菌無接種区を設けて調査をした結果、莖葉は黄化し明らかな生育不良が認められた。ガレガの草姿は直立型で、主茎はアルファルファやアカクロバよりやや太く、その中位部から上位部において多くの分枝を発生させる。北海道で 3 回刈りの場合、1, 2 番草の草丈は 100~110cm と良く伸長するが、3 番草では 10cm 程度と短い (図 1)。晩夏からの 3 番草の再生量が非常に少ないことはガレガの大きな特徴である (Raig・Nõmmsalu 2001)。葉は、アルファルファやアカクロバより大きく細長い卵形の小葉を 1 つの葉柄に 3~12 枚着生し、主茎の下位部より中高位部の方が小葉数は多い。莖葉における葉部割合は、本試験で各々の開花期に調査した結果ではガレガが 42.7% であり、アルファルファの 35.1% に比べて明らかに高かった。Raig・Nõmmsaul (2001) もガレガの葉部割合は、1 番草では節間伸長期で 45~57%、開花期には 35~40%、2 番草では時期によって 70% にも達すると報告している。



図 1. ガレガの 1 番草の草姿 (左) と地下茎 (右)。

ホクレン農業協同組合連合会 (060-8651 札幌市中央区北 4 西 1)

Hokuren Federation of Agricultural Cooperatives, Sapporo, Hokkaido 060-8651, Japan

ガレガの花は薄紫で茎当り数個付き、花房当りの小花数は25~60個 (Raig・Nõmmsalu 2001) である。北海道におけるガレガの開花時期は、アルファルファおよびアカクローバと比較すると1番草では7~10日早く、2番草では7日程度遅く、3番草では開花しない。ガレガの種子は約2~4cmの莢に5~8個形成され、本試験に用いた種子の千粒重は7.8gであり、アルファルファの2.2gやアカクローバの1.8gに比較して3.5~4.3倍の大きさであった。

ガレガの生産特性について、3回刈りにおけるガレガの番草別割合は1番草で58.9%、2番草で34.4%、3番草で6.6%であり、1番草ではアルファルファよりやや高いが、2番草では同程度、3番草では低かった。ガレガの番草別割合は、2回刈りでも1番草で60.1%、2番草で39.9%であり、1番草ではアカクローバより高いが2番草では低かった。このように、ガレガはアルファルファおよびアカクローバに比較して年間合計収量に占める1番草の割合が特に高く、3番草の割合が非常に低いことが大きな特徴であった。

3年間の乾物収量の推移をみると、3回刈りではガレガは1年目および2年目ともにアルファルファより有意に低かったが、3年目には有意に高くなり、3年間合計収量はアルファルファの95%であった。2回刈りでは2年目以降ガレガの収量はアカクローバより有意に高く推移し、3年間合計でアカクローバの118%であった。ここで、ガレガの乾物収量における経年変化を(当年収量) / (前年収量) × 100(%)によって評価すると、3年目にアルファルファおよびアカクローバが各々83%、79%と減少していたのに対して、ガレガは3回刈りでは103%、2回刈りでは129%と増加しており、ガレガはアルファルファおよびアカクローバより永続性が高いことを示した(表1)。

表1. 3年間の乾物収量の推移.

草種・品種 <sup>1)</sup>	1999	2000	2001	合計	% <sup>2)</sup>
	(1年目)	(2年目)	(3年目)		
3回刈り <sup>3)</sup>					
----- (kg/10a)					
GA-Gale	490 b	1,342 b	1,380 a	3,212 a	95
AL-マキワカバ	620 a	1,504 a	1,251 b	3,375 a	100
2回刈り <sup>3)</sup>					
----- (kg/10a)					
GA-Gale	520 b	1,200 a	1,550 a	3,270 a	118
RC-ホクセキ	860 a	1,070 b	841 b	2,771 b	100

1) GA: ガレガ, AL: アルファルファ, RC: アカクローバ.  
 2) AL-マキワカバ, 又は RC-ホクセキ=100%.  
 3) 縦の欄の異なる英小文字間に5%水準で有意差あり.

ガレガ各番草の飼料成分は、経時的に調査した1番草においては、アルファルファの開花始前までは非繊維成分のTDNおよびCPはガレガがアルファルファより低い、それ以降はガレガが高く推移した。ガレガは、生育ステージが進んでもTDNおよびCP含有率が低下しにくい特徴があった。また、この他の非繊維成分(NFC, EEおよびCAsh)においても同様の傾

向を示した。一方、繊維成分のADFおよびNDFは、非繊維成分とは逆の傾向を示した。また2番草および3番草においても同様の傾向が認められることから、ガレガはアルファルファと同等以上の高品質粗飼料であることが明らかとなった。このことはガレガの葉部割合が高いことに起因していた。さらに、ガレガはアルファルファに比べて予乾中の脱葉(Fuess・Tesar 1968)が少ないことが観察されており、実用場面においても粗飼料として非常に大きなメリットを有していると考えられる。

このように、ガレガはアルファルファやアカクローバとは形態的に異なり、特に地下茎を有することが大きな特徴である。また、ガレガはアルファルファと同等以上の高品質粗飼料であることが明らかとなった。

次に、北海道7地域に試験を展開して、ガレガの生育特性をアルファルファおよびアカクローバと比較した。その結果、ガレガは北海道で特に重要な特性である越冬性が両草種より優れており、凍上による断根や雪腐病の被害がガレガでは確認されなかった。旺盛に発達する地下茎をもつガレガは、側根など根系が発達するアルファルファ品種と同様に凍上害抵抗性に優れる(Avendano・Davis 1996; Shimadaら 1982)といえる。また、雪腐病についても、ガレガは越冬前に地上部が枯れ、地中に冠部があることによって雪腐病の菌核や子のう胞子、卵胞子が個体内に侵入(松本 1989)できないため、罹病が見られなかった。このような特徴は、北海道の土壤凍結地帯や雪腐病発生地帯での栽培・利用において非常に有利であると考えられた。

ガレガの単播およびチモシーとの混播栽培における収量性は、アルファルファとアカクローバの中間に位置した。混播栽培におけるマメ科率は、ガレガでは17~20%であり、アルファルファおよびアカクローバの混播時のマメ科率より低く抑えられていた。このことより、ガレガはチモシー主体草地を維持しやすい混播適性を有する草種であると評価できた。ガレガは再生速度が遅く、チモシーを抑圧せずに同調的に生育することがガレガの優れた特長であった(図2)。

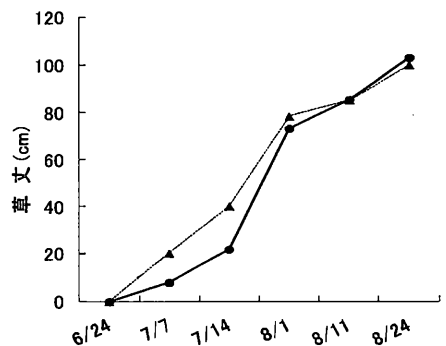


図2. ガレガおよびアルファルファの1番草収穫後の草丈の変化.

●: ガレガ, ▲: アルファルファ.

以上の結果から、ガレガは優れた越冬性、耐倒伏性、永続性、粗飼料品質を備えた草種であることが認められた。また、チモシーとの混播適性に優れることから、北海道において新しい採草用マメ科草種として利用することが可能と判断できた(岩渕ら 2001a, 2001b; 岩渕ら 2004; Iwabuchi ら 2005)。

## 2. ガレガの栽培法の検討

ガレガを北海道で普及するために、最低限必要な栽培に関する技術情報を得る観点から、播種期、最終刈取り期、チモシーとの混播適性および播種量、草地の造成法について検討を行った。

### 1) 播種期ならびに最終刈取り期と播種翌年のガレガの生育との関係

北海道での草地造成は、は春から夏にかけて播種されるのが一般的である。春播種の目的は、播種当年の生育期間を長く取って晩秋までに十分な貯蔵養分を確保し、翌年の高い越冬性を期待するものであり、夏播種は1番草を収穫した後に新播草地を造成したいという農家の要望や、春雑草の影響を回避するためである。しかし、春播種では多量の雑草の発生による定着不良、夏播種は生育期間が制限され越冬前に十分な貯蔵養分が確保できず冬枯れが生じる可能性がある。新播草地造成にあたっては、安定的な植生を確立するための播種期を把握しておくことが重要である。また、生育の良否を左右する要素として、前年の最終刈取り期もあげられる。アルファルファやオーチャードグラスでは詳細な検討が行われ(丸山・福永 1988; アルファルファ導入委員会(編) 2003; (社)北海道草地協会(編) 1997)、この時期を「刈取危険帯」として栽培管理における重要事項としており、ガレガについても、同様の時期の存在を調査することが重要と考える。

ここでは、春から秋までの播種期を設定して、ガレガ草地の造成における播種期の影響について検討した。また、8月中旬から11月上旬まで最終刈取時期を設定して、翌年のガレガの生育に及ぼす最終刈取時期の影響を検討した。

#### (1) 播種期と播種翌年のガレガの生育との関係

2年目1番草の草丈および乾物収量は、8月上旬以降で低下程度が大きく、アルファルファでは8月下旬以降の処理区で大きく減少した。このように、播種翌年に草丈および乾物収量の減少に対して強く影響を及ぼし始める播種期は、ガレガの方がアルファルファに比べて早かった。6月上旬の値を100とした時の、各播種期における草丈比ならびに乾物収量比と播種期との一次回帰式は、いずれもガレガの方がアルファルファよりも回帰係数の絶対値が大きく、減少の割合が大きかった(図3)。すなわち、播種期が遅くなることによる播種翌年の草丈と乾物収量への影響は、ガレガの方がアルファルファより大きいことを示した。

北海道におけるアルファルファの安全な播種期は、根釧地域を除き、おおむね8月中旬までとされており(アルファルファ導入委員会(編) 2003)、図3のアルファルファにおける一次回帰直線上の8月中旬の草丈比ならびに乾物収量比を安全な播種期の基準にすると、それらと同等の大きさのガレガの草丈比ならびに乾物収量比は、各々7月下旬および8月上旬に相当すると推定された。

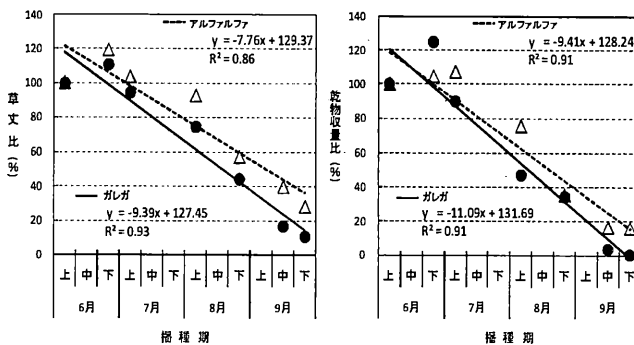


図3. 播種期別の2年目1番草の草丈比および乾物収量比。  
●: ガレガ, △: アルファルファ。  
草丈比および乾物収量は6月上旬を100%とした値。

また、播種時期の早晩は、ガレガの地下部(茎数、茎径および地下部重)の発達に差異を生じさせ、播種翌年のガレガの生育量に大きな影響を与えた(図4)。

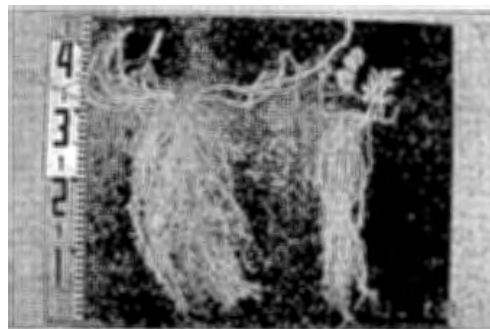


図4. 播種2年目1番草収穫時における播種期別のガレガの個体の比較(左:6月上旬播種、右:8月上旬播種)。

以上のことから、ガレガの植生を安定的に確保するためにはアルファルファより約2週間早い7月下旬から8月上旬までに播種する必要があることが明らかとなった(岩渕ら 2011b)。

#### (2) 最終刈取り期と播種翌年のガレガの生育との関係

萌芽期は前年の最終刈取り期が9月上旬および9月中旬で遅く、それ以外の時期よりも5~10日の差があった。1番草草丈および乾物収量は、最終刈取り期が8月中旬から9月中旬にかけて低くなり、その後徐々に高くなった。ガレガは、前年の最終刈取りが9月上旬に翌年の生育に影響を受けはじめ、9月中旬に最も大きな影響を受けた。したがって、ガレガは、アルフ

アルファに比べて概ね半月前に最も大きな最終刈取りの影響を受け、更にその約2週間前の9月上旬からその影響が出始めた。つまり、ガレガはアルファに比べて約1カ月早い時期に刈取危険帯の時期が存在すると推察された。また、ガレガの萌芽期の遅延、1番草丈および乾物収量の低下はアルファよりも大きく、最終刈取りの翌年の生育に及ぼす影響はアルファよりも大きいと考えられた。

2) チモシーとの混播適性と播種量, 造成法

1において、再生特性等からチモシーとの混播栽培に好適な草種であることが明らかとなったガレガについて、チモシーの早生および中生品種と混播した場合の生産特性と草地植生の変化を6年間に亘って調査し、ガレガのチモシーに対する混播適性について検討した。また、その際の適正な播種量についても検討した。さらに播種1年目の初期生育が緩慢なガレガを確実に定着させ、ガレガ割合が適正な草地を造成するための方法について検討した。

(1)ガレガのチモシーに対する混播適性

ガレガをチモシーの早生品種および中生品種と混播して播種後6年間に亘って冠部被度、乾物収量をアルファ混播およびアカクロバ混播と比較し検討した結果、冠部被度は、チモシー早生品種および中生品種ともに、アルファと混播したよりも低く、アカクロバと混播した場合よりも安定的に推移した。

全乾物収量は、チモシー早生品種では2年目以降、中生品種では3年目以降アルファ混播およびアカクロバ混播よりもガレガ混播が継続して高収量を示した。また、ガレガは、チモシーが主体となって全体の収量が向上する特徴があることが明らかとなった(表2, 図5)。

表2. チモシー混播区別のマメ科牧草およびチモシーの播種後6年間の合計乾物収量.

処理区	乾物収量 (kg/10a) <sup>1</sup>		
	マメ科	チモシー	合計
チモシー早生品種混播区			
ガレガ混播区	1,792 c	5,221 a	7,013 a
アルファ混播区	5,110 a	1,047 c	6,157 c
アカクロバ混播区	2,036 b	4,703 b	6,739 b
チモシー中生品種混播区			
ガレガ混播区	2,668 b	4,870 a	7,538 a
アルファ混播区	5,382 a	1,471 b	6,853 c
アカクロバ混播区	2,232 c	5,093 a	7,325 b

<sup>1</sup>縦の欄の異なる英小文字間に5%水準で有意差あり(Ls.d.).

チモシーと混播した場合、アルファではマメ科収量は高くなるものの、その反面チモシー収量が減少し、6年間の合計収量ではガレガおよびアカクロバ混播より低下した。アルファ混播では播種1年目の1番草収穫時には植生構造が既にマメ科牧草主体に大きく偏った状態になっていたが(マメ科率約90%)、この要因の一つには、本研究における播種年および2年目の気象条件(高温・早魃)が密接に関連

していたと考えられる。草種によって好適な土壌水環境は異なること(Chamblee・Collins 1988; 岩渕ら1996; Kotowskiら2001; Georgeら1973)や、気象条件の変動が草地植生の安定性に影響を与えることが指摘されている(Mitchell・Csillag 2001; Silvertown・Dodd 1994)。したがって、本試験において造成初期からアルファの生育がチモシーよりも旺盛になりマメ科率が非常に高くなったことは、これらの草種特性と高温早魃条件との相互作用によって生じたものと考えられる。

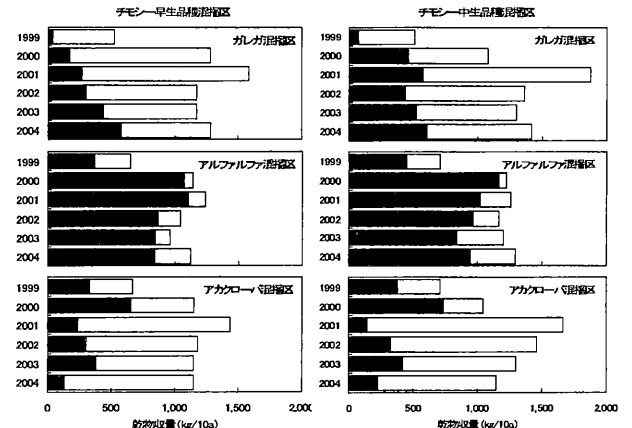


図5. 混播区における年次別のマメ科とチモシーの乾物収量.  
■: マメ科, □: チモシー.

一方、ガレガ混播区ではこのような気象条件においても急激なマメ科率の増加は見られなかった。1で示したとおり、ガレガは播種年の生育量がアルファやアカクロバに比べて小さいことが関連していたと考えられる。したがってガレガと同様に播種年の生育量が小さいチモシーの定着にとって、ガレガは混播相手として好適な草種であると推察された。

アカクロバ混播においては、3年目以降マメ科率が激減し、植生が大きく変化した(図5)。これは、アカクロバに黒色小粒菌核病(*Typhula ishikariensis* Imai var. *ishikariensis*)の発生が認められ、大きな被害があったことも1つの要因であった。さらに、アカクロバの草種的特徴として萎凋病(*Fusarium oxysporum Schlechtendahl* f. sp.)や菌核病(*Sclerotinia trifoliorum* Eriksson)などにより冠根が崩壊し、生理生態的に永続性が大きく低下することによる個体数の減少が関係していたと考えられる。一方、1に示した通りガレガは地下茎を有するため生長点が地中に位置し、晩秋に地上部が枯れて越冬するために雪腐れ病菌の感染がなく優れた越冬性を示すことによって、播種後3年目以降もマメ科率は安定的に維持されたと考えられる。

チモシーのマメ科牧草に対する競合力は、出穂時期の早晩性と正の相関関係があることが示されている(能代ら1981)。ガレガ混播における6年間合計のマ

メ科収量はチモシー中生品種混播区の方が早生品種混播区より約 880kg/10a 多収であるのに対して、チモシー収量は約 350kg/10a の低収であった。またガレガ混播区のマメ科率(冠部被度)は、チモシー中生品種混播区の方が早生品種混播区よりも 6 年間平均で約 10%高かった(表 2, 図 5)。このように、ガレガのチモシーに対する競合力は、他のマメ科牧草種と同様にチモシーの早晩性と密接な関連が見られた。

マメ科牧草の混播適性を評価する 1 つの指標として、調査期間中の平均マメ科率とその変動係数が用いられている(北海道農業試験会議 1996, 1998)。この混播適性は、平均マメ科率の適正值が飼料栄養価基準等から約 30%とされており、またその変動係数が番草・年次間で小さいことを組合せて総合的に評価される。本研究のガレガ混播における 6 年間の平均マメ科率は両チモシー混播区において 25%, 36%と適正值に近く、また年次間変動係数もアルファルファ混播とアカクロバ混播の中間の大きさであった。これらの結果から、チモシーとの混播適性はガレガが他のマメ科 2 草種より高いと評価することができる。

以上の結果から、チモシーとガレガの混播栽培は、造成初期から維持段階に亘って両草種の生育特性を相互に活用できる好適な組合せであると評価できた(岩淵ら 2007)。

(2)チモシーと混播した場合の播種量

チモシーの早生品種ならびに中生品種を用い、各々 1kg/10a に対してガレガを 1, 2, 3 および 4kg/10a の割合で組み合わせた。播種後 5 年間に亘ってマメ科率

や牧草生産性の経年変化について調査し、適正なマメ科率で生産性の高い混播草地を早期に確立するための播種量(Kilsher 1959)について検討した。

チモシー早生品種と混播した場合の 4 つの処理区の総乾物収量は、1・2 年目には処理区間差は見られなかったが、3 年目以降にはガレガの播種量が多い区ほど多収を示す傾向があった。総乾物収量に占めるガレガ収量は、1 年目は全ての区において非常に低かったが、2 年目以降は増加し、ガレガの播種量が多い区ほど多収となる傾向があった。一方、総乾物収量に占めるチモシー収量は、2 年目にはガレガの播種量が多い区ほど低かったが、4 年目以降は播種量処理区間に差はほとんどなくなり、またチモシー単播区とも大差がなかった。

一方、チモシー中生品種混播区の場合、混播区の総乾物収量は 1 年目には処理区間差はなかったが、年次の経過とともに有意な処理区間差異が認められた。しかし、ガレガの播種量との間に密接な関連は認められず、4 年目以降は GA-2 が最も多収となった。総乾物収量中のガレガ収量は、チモシー早生品種混播区ほど明確ではないものの、ガレガの播種量が多いほど多収を示す傾向があった。一方、総乾物収量中のチモシー収量については、チモシー早生品種混播区と同様に、2 年目まではガレガの播種量が多いほどチモシー収量が低かったが、4 年目以降には混播区のチモシー収量に処理区間差異はほとんどなくなり、チモシー単播区と同程度の値であった(図 6)。

混播草地におけるイネ科草種とマメ科草種の共生

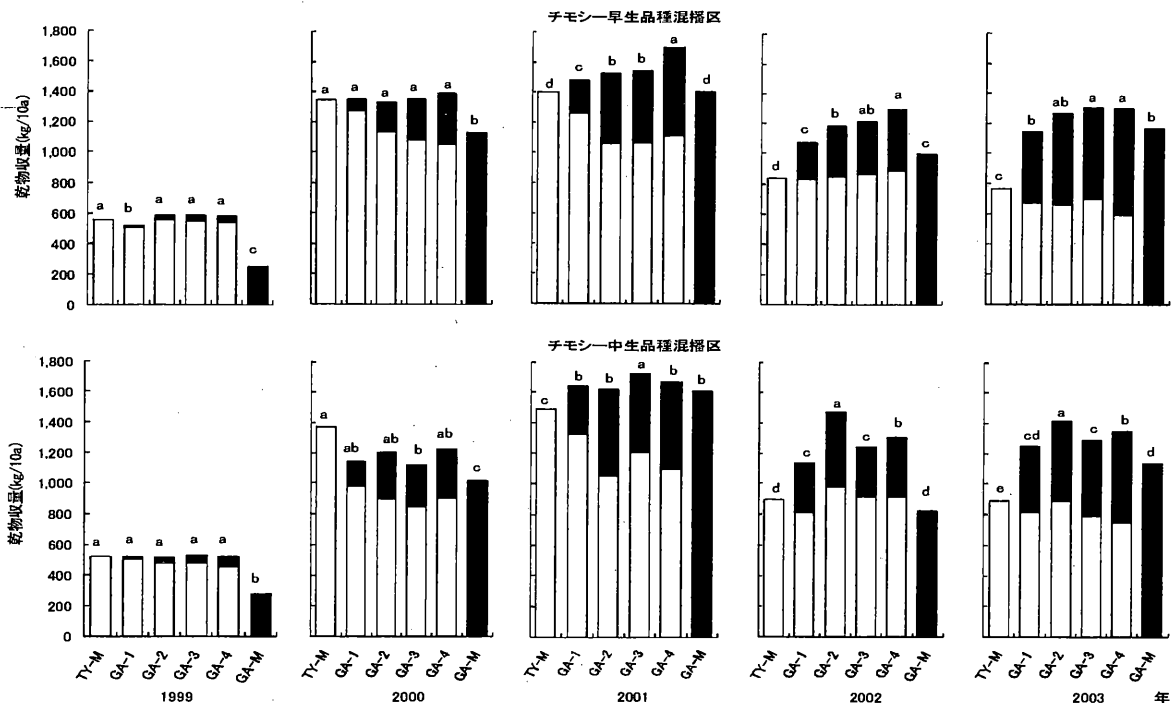


図 6. 年次別のガレガとチモシーの乾物収量。

□: チモシー, ■: ガレガ。

TY-M: チモシー2kg/10a, GA-1: ガレガ 1kg/10a, GA-2: ガレガ 2kg/10a, GA-3: ガレガ 3kg/10a, GA-4: ガレガ 4kg/10a, GA-M: ガレガ 3kg/10a (GA-1,2,3 および 4 は、チモシー1kg/10a を各々混播)。

による牧草生産性の向上 (Trenbath 1974, 大下ら 1998) や飼料の栄養バランス (Raig 2001) から見て、望ましいマメ科率は 30-50%とされている。本研究において、ガレガの播種量が 2 kg/10a 以上の 3 つの処理区で、ガレガの収量構成割合が 3 年目以降に 30%以上に達した。また、5 年間の総乾物収量も有意な増収効果が認められた (図 7)。これらの結果から、チモシー 1kg/10a に対してガレガ 2kg/10a 以上が適切な混播播種割合と考えられた (岩渕ら 2011a)。

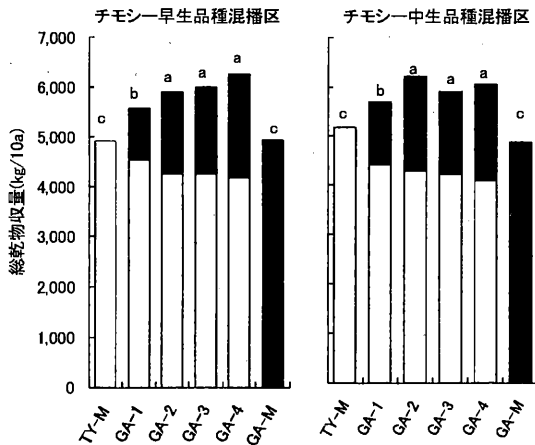


図 7. 播種後 5 年間のガレガおよびチモシーの総乾物収量。  
□: チモシー, ■: ガレガ  
記号は図 6 と同じ。  
異なる英小文字間に 5%水準で有意差あり。

ガレガの割合が適正な草地を造成する方法を検討したところ、除草剤処理同日播種法が非常に有効な手段であることが示された。また、同播種法を用いた場合でも良好なガレガ草地を造成するには、チモシーとの混播栽培が有効であった。

### 3. ガレガサイレージの飼料品質および給与試験

ガレガを北海道において普及させるには、栽培法の確立とともにサイレージ調製に係わる基礎的知見が不可欠である。しかしながら、ガレガサイレージに関する知見は少ない (Lättemäe 2001)。そこで、ガレガの飼料特性と価値を明らかにするため、開花期のガレガをサイレージ調製して飼料成分組成、発酵品質および消化率を調査した。また、実際の栽培を想定してガレガ・チモシー混播サイレージを調製し、家畜に給与した場合の採食性および産乳性について、アカクロバ・チモシー混播サイレージおよびチモシー単播サイレージとの比較によって検証した。

#### 1) ガレガサイレージの飼料品質

ガレガはアルファルファに比べ CP 含量が高く、CPu 含量が高かった。水分含量を 50%程度まで予乾すると良質なサイレージが調製され、開花期のガレガのサイレージの TDN 含量はアルファルファと同程度の 53.6%となった (表 3)。これらより、ガレガはマメ科

飼料作物としての飼料価値が高いと判断された。

表 3. アルファルファサイレージおよびガレガサイレージを去勢羊へ給与したときの乾物摂取量、消化率および可消化養分総量 (TDN)。

	アルファルファ	ガレガ	SEM <sup>1)</sup>
乾物摂取量 (g/kg/W <sup>0.75</sup> )	37.9 <sup>2)</sup>	40.8	0.7
消化率 (%)			
乾物 (DM)	57.1	56.9	0.3
有機物 (OM)	56.4	56.8	0.3
粗蛋白質 (CP)	69.1 b	71.8 a	0.1
粗脂肪 (EE)	29.4 b	47.2 a	8.0
中性デタージェント繊維 (NDF)	43.9	45.2	1.9
酸性デタージェント繊維 (ADF)	46.9	45.0	0.6
可消化養分総量 (TDN) (DM%)	52.0	53.6	0.3

1) SEM: 平均値の標準誤差。

2) 去勢羊 4 頭の平均値。

3) 横の欄の異なる英小文字間に 5%水準で有意差あり。

#### 2) 給与試験

ガレガ・チモシー混播サイレージでは乾物、OM、CP、セルロースおよび NDF の消化率はチモシー単播サイレージよりも有意に高く、アカクロバ・チモシー混播サイレージと差は認められなかった。大下ら (1997a, 1997b) は飼料中の CP 含量が 8%以下と低い場合に、CP 含量の差異が NDF 消化率に影響を及ぼすことを指摘している。ガレガ・チモシー混播サイレージの NDF 消化率がチモシー単播サイレージのそれよりも高かった理由としては、マメ科牧草を混播したことによって CP 含量が高められ、繊維の消化性が向上したためとも考えられる。しかし、いずれのサイレージにおいても CP 含量が 8%以上であり、そのことから考えると、むしろ本試験の収穫時期におけるガレガの NDF 消化率は、アカクロバと同様に、チモシーの NDF 消化率よりも高かったと考える方が妥当であろう。ガレガ・チモシー混播サイレージの TDN 含量は 57.7%と査定され、アカクロバ・チモシー混播サイレージの 60.3%より低かったものの、チモシー単播サイレージの 53.7%よりも有意に (P<0.05) 高かった。

この様なサイレージを粗濃比 40:60 の TMR に調製し、泌乳牛へ給与したところ、乾物摂取量は、チモシー単播サイレージがガレガ・チモシー混播サイレージおよびアカクロバ・チモシー混播サイレージよりも有意に高い値を示した。しかし、4%FCM 乳量は、いずれの試験区の間にも差異は認められなかった。このように、ガレガ・チモシー混播サイレージは乾物摂取量がチモシー単播サイレージよりも少ないにも関わらず、産乳性はアカクロバ・チモシー混播サイレージと同様にチモシー単播サイレージと同じであった (表 4)。

以上より、ガレガ・チモシー混播サイレージは、アカクロバ・チモシー混播サイレージと同様にチモシー単播サイレージよりも少ない乾物摂取量で同程度の産乳性を確保することができ、大豆粕などのタンパク質飼料の給与量をチモシー単播サイレージより 2%、アカクロバ・チモシー混播サイレージよりも 0.8%

減らせることができるため、飼料コストの低減に効果があると考えられた。

表4. 乳牛の乾物摂取量、乳量および乳成分.

	ガレガ 混播区	アカクローバ 混播区	チモシー 単播区	標準誤差	P値
乾物摂取量 (kg/日)	21.5 b <sup>1)</sup>	21.3 b	22.2 a	0.21	0.016
4% FCM乳量 (kg/日)	29.4	29.5	29.2	0.32	0.734
乳成分 (%)					
乳脂肪	4.21	4.19	4.14	0.07	0.762
乳タンパク質	3.67 a	3.59 b	3.63 ab	0.02	0.008
乳糖・灰分	5.44	5.42	5.43	0.02	0.798
無脂固形分	9.11	9.01	9.06	0.03	0.069
乳中尿素態窒素	14.85	15.27	13.56	0.30	0.074
体細胞数	11.10	9.17	16.10	1.81	0.258

1)横の欄の異なる英小文字間に5%水準で有意差あり.

大下ら (1988) はマメ科混播サイレージはチモシー単播サイレージに比べて、生産コストを生乳 1 kg あたり 6 円 (1997 年) 低減できることを明らかにした。本試験で用いたガレガ・チモシー混播草地の乾物収量は、チモシー単播草地対比で 116% であり、アカクローバ・チモシー混播草地の 123% よりやや低かったものの、チモシー単播草地に対して多収を示した。ガレガ混播草地の利用は生乳生産コスト低減に大きな効果があることが示唆された。

まとめ

一連の研究により、ガレガは優れた越冬性、耐倒伏性、永続性、粗飼料品質を備えた草種であることが認められた。また、チモシーとの混播適性に優れることから、北海道において新しい採草用マメ科草種として利用することが可能と判断できた (表 5)。

表5. ガレガの生育特性

項目	ガレガ	アカクローバ	アルファルファ
初期生育	×~△ <sup>1)</sup>	○	△
再生草勢	△	○	○
収量性	○	○	○
耐病性	◎	△	△
耐倒伏性	◎	×~△	△~○
越冬性	◎	△~○	△~○
永続性	◎	△	△
品質	◎	◎	◎
混播適性 <sup>2)</sup>	◎	△~○	△~○

1) ◎: 極良, ○: 良, △: 普通, ×: 不良.

2) チモシーとの混播適性.

また、ガレガを栽培する上で最低限必要な播種期や最終刈取り期、チモシーと混播した場合の最適な播種量を明らかにし、ガレガのサイレージの飼料品質や給与効果を確認した。本研究の結果から、ガレガの優れた能力は北海道の生産現場の要望に充分対応可能な新規のマメ科牧草であると判断できた。また、ガレガの栽培法を整理し、北海道における栽培マニュアルを作成した (図 8)。今後未検討の課題について研究が行われ、それらの成果が加わることで、ガレガが『第

4 のマメ科牧草』として北海道に確実に定着することを期待したい。

ガレガは、2002 年より北海道内へ種子の供給が始まり、2011 年には約 985ha と徐々に作付面積が広がっている (図 9)。今後、ガレガがマメ科牧草の新しいメニューとして定着し、北海道の酪農経営における自給飼料の安定生産の一助になれば幸甚である。



図 8. ガレガ栽培マニュアル.

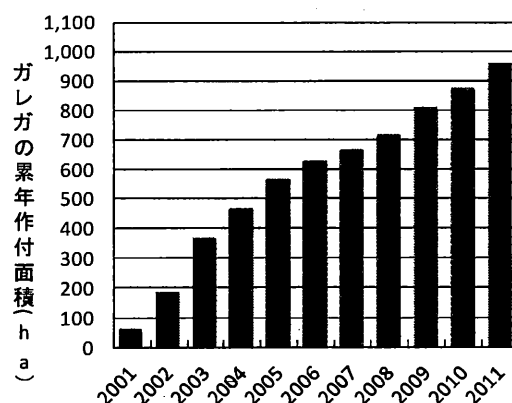


図 9. ガレガの累年の作付面積の推移.

謝辞

本賞にご推薦いただきました酪農学園大学 小阪進一教授、松中照夫教授、(独)北海道農業研究センター 奥村健治上席研究員、(地独)北海道立総合研究機構 下小路英男理事、帯広畜産大学 堀川 洋教授に厚くお礼を申し上げます。本研究は、ホクレンにおいて行っている「牧草等の品種開発と栽培に関する試験」の業務の中で実施したものです。ご指導頂いたホクレンの諸先輩、国内外の全ての関係者皆様に心より感謝の意を表します。

引用文献

アルファルファ導入委員会 (編) (2003) 寒地の酪農経営におけるアルファルファ導入ガイド. 札幌, p1-55

- Avendano RE, Davis RL (1966) Lateral root development in progenies of creeping and noncreeping rooted *Medicago sativa* L.. *Crop Sci* 6:198-201
- Chamblee DS, Collins M (1988) Alfalfa and alfalfa improvement (Ed Hanson AA), Madison, p439-461
- Fuess FW, Tesar MB (1968) Photosynthetic efficiency, yields and leaf loss in alfalfa. *Crop Sci* 8: 159-163
- George JR, Rhyherd CL, Noller CH, Dillon JE, Burns JC (1973) Effect of N fertilization on dry matter yield, total-N, N recovery, and nitrate-N concentration of three cool-season forage grass species. *Agron J* 65 : 211-216
- 北海道農業試験会議 (1996) シロクローバ「TAHORA (タホラ)」に関する試験成績. 札幌, p1-21
- 北海道農業試験会議 (1998) アカクローバ「KRANO (クラノ)」に関する試験成績. 札幌, p1-16
- 北海道農政部 (2002) 牧草の栄養価及び収量向上による飼料自給率向上促進事業報告書. 札幌, p 1-169
- 北海道草地協会 (編) (1997) 飼料作物単収向上指導資料. アルファルファの栽培. 札幌, p8-23
- 岩淵 慶・大塚博志・五十嵐弘昭・堀川 洋 (1996) アルファルファ単・混播草地の生産性と年次変動. *北草研報* 30 : 68-73
- 岩淵 慶・我有 満・大塚博志 (2001) 新マメ科牧草「ガレガ (*Galega orientalis* Lam.)」の特性紹介. *北草研報* 35 : 55
- 岩淵 慶・大塚博志・我有 満 (2001) 新マメ科牧草「ガレガ (*Galega orientalis* Lam.)」の特性. *日草誌* 47 (別) :134-135
- 岩淵 慶・大塚博志・我有 満・堀川 洋・藤井弘毅・牧野 司・井内浩幸・中村克己・田川雅一 (2004) マメ科牧草ガレガ (*Galega orientalis* Lam.) の北海道における適応性. *日草誌* 50 : 285-293
- Iwabuchi K, Ohtsuka H, Horikawa Y (2005) Adaptability of galega (*Galega orientalis* Lam.) in Hokkaido region of Japan. *Grassland Science in Europe* Vol. 10: 546-550
- 岩淵 慶・我有 満・堀川 洋 (2007) ガレガ (*Galega orientalis* Lam.) のチモシー (*Phleum pratense* L.) との混播適性. *日草誌* 53:221-226
- 岩淵 慶・我有 満・堀川 洋 (2011) ガレガ (*Galega orientalis* Lam.) とチモシー (*Phleum pratense* L.) の混播・単播草地における経年変化. *日草誌* 56:233-237
- 岩淵 慶・我有 満・堀川 洋 (2011) ガレガ (*Galega orientalis* Lam.) の播種期の違いが翌年の生育に及ぼす影響. *日草誌* 56:271-273
- Kilsher M R (1959) Grass-Alfalfa seeding ratios and control of alfalfa domination in mixtures. *J British Grass Forage Sci* 14:29-35
- Kotowski W, Andel J, Dggelen R, Hogendorf J (2001) Responses of the plant species to groundwater level and light intensity. *Plant Ecology* 155: 147-156
- Lättemäe P (2001) Ensiling of fodder galega. In *Fodder Galega* (Eds., Nõmmsalu, H.) Estonian Research Institute of Agriculture. Saku Estonia. p104-110
- Lindstrom K (1989) *Rhizobium galegae*, a new species of legume root nodule bacteria. *Int J Syst Bacteriol* 39: 365-367
- Lipsanen P, Lindstrom K (1988) Infection and root nodule structure in the *Rhizobium galegae* sp nov-Galega symbiosis. *Symbiosis* 6: 81-96
- 松本直幸 (1989) 雪腐小粒菌核病菌の種生態学的研究. *北海道農業試験場研究報告* 152 : 91-159
- 丸山純孝・福永和男 (1988) 刈取時期を異にするアルファルファの越冬性と収量の比較. *北草研報* 22:125-130
- Mitchell SW, Csillag F (2001) Assessing the stability and uncertainty of predicted vegetation growth under climatic variability : northern mixed grass prairie. *Ecological Modeling* 139: 101-121
- 能代昌雄・小関純一・平島利昭 (1981) 根釧地方の一混播放牧草地におけるチモシー品種の収量と競合力の比較. *北海道立農試集報* 46: 22-29
- 大下友子・久馬 忠・近藤恒夫 (1997) 刈り取り時期が異なるチモシー乾草のめん羊における採食・反芻時間と消化管通過速度. *日草誌* 43:288-292
- 大下友子・久馬 忠・近藤恒夫 (1997) 大豆粕の添加がチモシー乾草摂取めん羊における消化率, 採食・反芻時間および消化管通過速度に及ぼす影響. *日草誌* 43:293-297
- 大下友子・大塚博志・西野 一・鷹取雅仁・五十嵐弘昭・野中和久・名久井忠 (1998) マメ科牧草の混播による牧草サイレージの栄養価の改善が泌乳最盛期の乳牛の採食量, 泌乳量に及ぼす影響とその経済性. *日草誌* 44 : 54-60
- Raig H (2001) Yielding ability and feed value. In : *Fodder Galega Research* (Eds. H. Nõmmsalu), Estonian Research Institute of Agriculture, p 54-102
- Raig H, Nõmmsalu H (2001) Botanical characterization of fodder galega. In : *Fodder Galega Research* (Eds. H. Nõmmsalu), Estonian Research Institute of Agriculture, p 15-23
- Shimada T, Genma T, Furuya S, Kondo Y (1982) Frost heaving injury of Alfalfa. *Grassland Sci* 28 : 147-153
- Silvertown J, Dodd ME (1994) Rainfall, biomass variation, and community composition in the Park Grass Experiment. *Ecology* 75: 2430-2437
- Trenbath, B R (1974) Biomass productivity of mixture. In : *Advances in Agronomy* (Ed Brady, N C), Academic Press, New York, p177-210