

富士山麓の異なる標高に自生するシロクローバ(*Trifolium repens* L.)集団間の外部形態,バイオマス分配,クローナル成長パターンの変異

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	荻ノ迫, 善六 澤田, 均 山下, 雅幸
巻/号	41巻4号
掲載ページ	p. 319-324
発行年月	1996年1月

富士山麓の異なる標高に自生するシロクローバ (*Trifolium repens* L.) 集団間の外部形態, バイオマス分配, クローナル成長パターンの変異

荻ノ迫善六・澤田 均*・山下雅幸*

岐阜大学連合大学院 (静岡大学) (501-11 岐阜市柳戸 1-1)

* 静岡大学農学部 (422 静岡市大谷 836)

The United School of Agricultural Sciences, Gifu University, Gifu, 501-11 Japan

* Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Shizuoka, 422 Japan

受付日: 1995年5月19日/受理日: 1995年9月12日

Synopsis

Zenroku OGINOSAKO, Hitoshi SAWADA and Masayuki YAMASHITA (1996): Phenotypic Variations in Plant Architecture, Biomass Allocation and Clonal Growth Pattern among White Clover (*Trifolium repens* L.) Populations Inhabiting Different Altitudes of Mt. Fuji. *Grassland Science* 41, 319-324.

White clover (*Trifolium repens*) is distributed up to 2400 m along the Fujinomiya road to Mt. Fuji. Along the road, we collected 75 adult plants from five populations at widely different altitudes. These plants are considered as a suitable material for analyzing the patterns of inter-population variations in plant architecture, biomass allocation and clonal growth pattern. In this paper, the following three hypotheses were tested using the common garden technique: (1) High-altitude population is likely to grow to be compact stature. (2) Five populations may show different biomass allocation patterns, which may be closely related to their altitudes; High-altitude population may show larger allocation to roots but smaller to flower-heads and leaves including petioles than low-altitude population. (3) The populations may show different clonal growth patterns; The plants from high-altitude population may have many small stolons by which they form a phalanx growth pattern, whereas those from low-altitude population may have a small number of stolons with large size by which they form a guerrilla growth pattern. The results strongly supported the above three hypotheses. Mechanisms behind the between-population differences are also discussed.

Key words: Architectural traits, Biomass allocation, Clonal growth pattern, Inter-population variation, *Trifolium repens*.

緒 言

我が国で利用される外来牧草の多くは、明治初期に初めて日本に持ち込まれたものである。それ以来、各地に造成・開

発された人工草地をソース集団としてその分布域を拡大し、今日では路傍、河川敷、空き地など適度に攪乱される場所に、豊富に自生集団を成立させている。これら自生集団はその地域の気候風土によくなじみ、それゆえ、その保有する遺伝変異が育種素材として広く利用されてきた¹⁵⁾。今日でも貴重な遺伝資源としての位置付けに変わりはない^{8,21,23)}。したがって、自生集団の収集・評価をさらに推し進めることは、大いに意味のあることである。本研究は、シロクローバの自生集団の評価を行う生態遺伝学的研究の一環として行われた。他の外来牧草よりも幾分早く日本に侵入したシロクローバも¹¹⁾、全国に豊富な自生集団を成立させ、地理的にも生態的にも様々な場所に分布している。

「自生集団がどのような遺伝変異を保有しているか」、「その遺伝変異が生育地の攪乱の程度、気象環境、土壌環境、生物環境とどのように関連しているか」という問題について、シロクローバに限ってもこれまでに多くの研究がなされてきた。堀川^{12,13)}は適応戦略の視点から、菅原¹⁹⁾は窒素固定能力の視点から、自生集団の遺伝変異を分析している。東北農業試験場では、農業形質の情報が広く収集され、蓄積されている^{10,21)}。しかし、生育地の標高との関連で、自生集団を分析した研究はほとんどない。高地集団と低地集団との生活史形質にどのような違いがあり、それぞれどのようなパターンの遺伝変異を保有しているのかは、大変興味深い問題である。静岡県は富士山麓を有し、シロクローバが標高2,400 mまで分布しており、標高との関連で自生集団の変異パターンを分析するには最適である。

低地から高地までの幅広い標高域に分布する草本植物において、低地集団と高地集団の間に顕著な差異のあることはよく知られている。特に個体の外部形態とバイオマス分配パターンといった形質は、よく報告されるものである。高地集団の個体は低地集団に比べて、一般に矮小化しており、種子繁殖へのバイオマス投資割合が低く、根部への投資割合が高い^{7,16-18)}。これは、高地集団が低温、乾燥、強風などの環境ストレスにさらされやすく、生育に良好な期間も短いため、上記のようなストレス耐性型の戦略をとるのに対し、低地集団

は攪乱や競争の厳しい環境にさらされるため、それらに対処する戦略をとるからである。シロクローバにおいても、個体の外部形態、バイオマス分配パターンともに、豊富な遺伝変異の存在することが知られており^{1-3,20)}、これらの形質について分化している可能性は極めて高い¹⁾。そこで、私たちは次の仮説をたてた。(1)シロクローバの高地集団の個体は矮小化する傾向にある(仮説1)。(2)高地集団と低地集団ではバイオマス分配パターンが異なり、高地集団は根部への分配を増加させ、頭花への分配を減少させるのに対し、低地集団は葉部への分配を増加させるであろう(仮説2)。

シロクローバは典型的なクローナル多年草である。ストロンを長く伸ばし、またその節から子ストロンを活発に発生させることにより個体が成長していく。それゆえ、クローナル成長パターンは、個体の外部形態の水平的側面を一義的に決定しており、さらに次の一般的傾向から、垂直的側面にも大きく影響する。つまり葉柄の短い小葉型シロクローバは一般に平均ストロン長が小さく、分枝程度が高い傾向にあるのに対して、葉柄の長い大葉型シロクローバは平均ストロン長が大きく、分枝程度が低い傾向にある⁶⁾。このようなことから私たちは、もし高地集団が矮小化傾向を示すとしたら、クローナル成長パターンについても高地集団と低地集団の間に差異があり、高地集団は短いストロンを多数分枝する密集型の成長パターンを示すのに対して、低地集団は長いストロンを少数分枝させゲリラ型の成長パターンを示すものと予想した(仮説3)。クローナル成長パターンの変異に関する情報は、永続性の向上を目標にした品種改良に有用なものと考えられている¹⁴⁾。本研究は、富士山麓の標高の異なる5集団を標準環境下で比較栽培することにより、上記の3つの仮説を検討することを目的とした。

材料と方法

1. 5集団の生育地と収集方法

富士山麓の富士宮側には、道路沿いに新5合目(標高2,400 m)までシロクローバが分布している。これらは、低地では周辺植生からの侵入により、高地では1960年代の道路脇の緑化工事等によって持ち込まれたものと推察される。1992年8月12日にこの道路沿いに標高の異なる5集団を株で収集した。集団1は標高0~500 mに分布するもの、集団2は500~1,000 m、集団3は1,000~1,500 m、集団4は1,500~2,000 m、集団5は2,000~2,400 mに分布するものとした。収集した個体数は集団当たり15個体とし、少なくとも3 m以上離れた個体を収集した。生育地の気象、土壌、植生は集団間で大きく異なるものと考えられる。集団4と5の高地集団は、集団1と2の低地集団に比べて、より冷涼な気象条件、より短い生育好適日数の下で生育する。集団5と集団1で年平均気温と積算温度を直接比較するデータは残念ながらないが、富士山頂(標高3,776 m)と静岡県畜産試験場(標高700 m)の気象データから、高度による温度変化を一定と仮定して、おおよ次のように推定される。すなわち、集団5と集団1の年平均気温と積算温度はそれぞれ1.3°Cと13.3°C、1,247°Cと5,568°Cと推定される。高地集団では積雪期間が約半年間で

あるのに対して、低地集団では1年を通して全く積雪がない。一方、植生と土壌の状況は、高地では火山性のレキ質土壌に疎らな植生があり、シロクローバ個体は点在している。それに対して、低地では粘土質の黒ボク土壌に、丈のやや高いイネ科やアブラナ科等の種が優占する植生が形成され、シロクローバはストロンを長く伸ばし、他個体と入り混じって生育している。収集した個体は静岡大学農学部実験圃場(静岡市)に持ち帰り、ポットに移植して増殖をはかった。1993年4月12日にストロン断片(頂芽を含む4 cm)により株分けし、ジーフィーポットに移植して養成した。

2. 実験方法

1993年4月28日~5月13日に養成個体を直径15 cmのポットに定植した。培地は黒土と堆肥等の混合(黒土7, キノックス1.5, バーミキュライト1.5)とした。5集団各15個体を、8反復の巣ごもり実験法としてビニールハウス内に配置した。しかし、調査が極めて煩雑であったため、途中から3反復の実験に規模縮小した。実験期間中、乾燥しないように適宜灌水し、アブラムシ防除とナメクジ防除の薬剤を数回散布した。肥料は全く与えなかった。実験期間中の平均温度は21.6°C(6月)、25.3°C(7月)、26.7°C(8月)、23.6°C(9月)と推移した。9月24日に3反復分225個体を根を含めて収穫した。

3. 調査方法

仮説を検討するために、表1と2に示すように多数の形質を測定した。それらの測定手順は以下のとおりである。収穫した個体から任意の葉柄と着生葉、節間、花柄を原則として5個ずつ選び、それぞれの長さを測定した。葉は中央の小葉の長ささと幅を計測した。さらに、ストロンの任意の5ヵ所で直径を測定した。次に個体を葉(+葉柄)、ストロン、頭花(+花柄)、根の器官別に分け、70°Cで1週間乾燥後、乾物重を測定した。ストロンについては、乾物重測定の前に、クローナル成長パターンに関する詳細な調査を行った。その手順は以下のとおりである。個体を構成する全ストロンを、基部(+主茎)ストロン、1次ストロン、2次ストロン、3次ストロンの4カテゴリーに注意深く分割した。各カテゴリーに属する全てのストロンについてその長さを測定した。このようにして、ストロンのデータセットを個体ごとに作成した。このデータセットを基に以下の形質の値を算出した。総ストロン数、総ストロン長、平均ストロン長、各次ストロンの数、各次ストロンの総長、各次ストロンの平均長。さらに、ストロン直径とバルク密度が各次ストロンの間で一定と仮定し、各次ストロンの総長の値から、各次ストロンへのバイオマス分配を大まかに推定した。一方、実験期間中、頭花の出現数の推移と開花日を適宜記録し、個体当たり頭花数と開花日のデータを得た。

4. データ分析

葉柄長、葉サイズ、節間長、花柄長、ストロン直径の統計分析には個体平均値を用いた。調査形質の集団間差を知るために、分散分析法により集団間差を検定した。欠測値のある場合は、その個体を省略して分析した。なお、データの正規性を高めるために、バイオマス分配に関する形質については

Table 1. Between-population variations related to its altitude in plant architecture and biomass allocation of *Trifolium repens*.

Character	Population					F-value	Probability
	1	2	3	4	5		
1. Plant architecture							
(1) Petiole length (cm)	6.9 (2.5)	7.1 (3.2)	6.0 (2.0)	4.2 (1.5)	4.9 (1.6)	13.2	p<0.01
(2) Leaf size (cm ²)	1.49 (0.52)	1.59 (0.64)	1.49 (0.62)	1.04 (0.47)	1.08 (0.49)	10.1	p<0.01
(3) Inter-node length (cm)	1.4 (0.4)	1.1 (0.5)	0.9 (0.4)	0.7 (0.7)	0.7 (0.4)	13.7	p<0.01
(4) Peduncle length (cm)	8.9 (6.9)	3.0 (6.2)	0.9 (3.9)	0.3 (2.3)	2.1 (5.0)	18.4	p<0.01
(5) Average stolon length (cm)	9.6 (2.9)	7.7 (3.7)	5.9 (2.6)	4.2 (1.6)	4.9 (1.8)	32.1	p<0.01
(6) Plant weight (g)	3.647 (2.608)	2.518 (2.453)	2.268 (1.826)	0.827 (0.707)	1.273 (1.158)	14.4	p<0.01
2. Biomass allocation							
(7) Root (%)	22.3 (6.3)	29.1 (12.3)	31.5 (10.3)	36.9 (11.6)	34.3 (8.4)	13.2	p<0.01
(8) Leaf (%)	42.1 (10.1)	40.1 (12.3)	39.3 (12.2)	33.3 (16.1)	33.0 (11.4)	4.2	p<0.01
(9) Stolon (%)	32.0 (8.0)	30.1 (7.5)	28.8 (9.4)	29.7 (9.4)	32.4 (8.3)	2.0	ns
(10) Flower-head (%)	3.6 (4.8)	0.7 (1.8)	0.3 (1.1)	0.1 (0.5)	0.3 (0.9)	21.5	p<0.01
(11) Root weight (g)	0.729 (0.471)	0.579 (0.383)	0.583 (0.322)	0.264 (0.205)	0.396 (0.298)	12.0	p<0.01
(12) Leaf weight (g)	1.622 (1.310)	1.132 (1.317)	0.996 (0.964)	0.338 (0.398)	0.489 (0.594)	11.5	p<0.01
(13) Stolon weight (g)	1.083 (0.696)	0.789 (0.865)	0.681 (0.651)	0.224 (0.183)	0.386 (0.330)	13.9	p<0.01
(14) Flower-head weight (g)	0.212 (0.379)	0.018 (0.047)	0.007 (0.026)	0.0004 (0.0026)	0.003 (0.007)	11.9	p<0.01
3. Miscellaneous							
(15) No. of Flower-heads	11.3 (12.4)	3.5 (8.4)	0.4 (2.1)	0.1 (0.4)	1.1 (2.7)	26.7	p<0.01
(16) First flowering date	Jul. 13	Jul. 19	Aug. 01	Jul. 06	Jul. 25		

Mean (Standard deviation), ns=not significant.

データの逆正弦変換を，頭花数については対数変換を行った。

結 果

1. 個体の矮小化とバイオマス分配

個体の外部形態を表す6形質（葉柄長，葉サイズ，節間長，花柄長，平均ストロン長，個体重）について，いずれも有意な集団間差があった（表1）。高地集団が低地集団に比べてこれらの値が小さい傾向にあり，標高とともに個体が矮小化する傾向が確認された。バイオマス分配についてもストロンを除く，根，葉，頭花への分配に有意な集団間差が観察された（表1）。高地集団では根への分配が多いのに対して，低地集団では葉と頭花への分配が多い傾向にあった（図1）。最高地の集団5と最低地の集団1の根，葉，ストロン，頭花への分配割合はそれぞれ34.3%と22.3%，33.0%と42.1%，32.4%と32.0%，0.3%と3.6%であった。頭花の生産量について集団間差があり，低地集団のほうが頭花数が多く，頭花重も大きかった（図2）。集団5と集団1の頭花数と頭花重はそれぞれ1.1個と11.3個，0.003gと0.212gであった。さらに，頭花をつけた個体の割合も低地集団で多かった。集団5はわずか22.2%の個体しか頭花をつけなかったのに対して，集団1は73.3%の個体が頭花をつけた。

2. クローナル成長パターン

総ストロン数と総ストロン長は低地集団が高地集団に比べて大きな値を示した（表2）。特に総ストロン長については，最低地の集団1が211.3cm，最高地の集団5が102.9cmと，

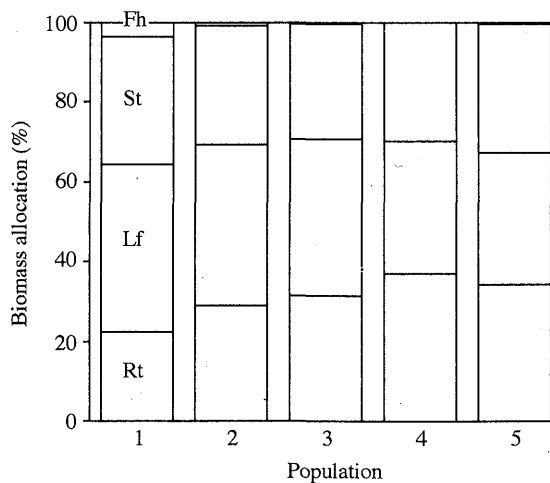


Fig. 1. Patterns of biomass allocation in five *Trifolium repens* populations inhabiting different altitudes of Mt. Fuji. Rt=roots, Lf=leaves+petioles, St=stolons, Fh=flower-heads+peduncles.

両集団間に2倍の開きがあった。総ストロン数の差は比較的小さく，集団1と集団5でそれぞれ21.4本と18.4本であった。これをストロン次別に見ると，特に1次ストロンの総長の違いによるところが大きかった。1次ストロンの数と平均長という構成要素に分けてこの違いを分析すると，平均長の貢献度のほうが大きかった。集団1と集団5の平均1次ストロン長と1次ストロン数はそれぞれ97.6cmと5.8cm，11.7

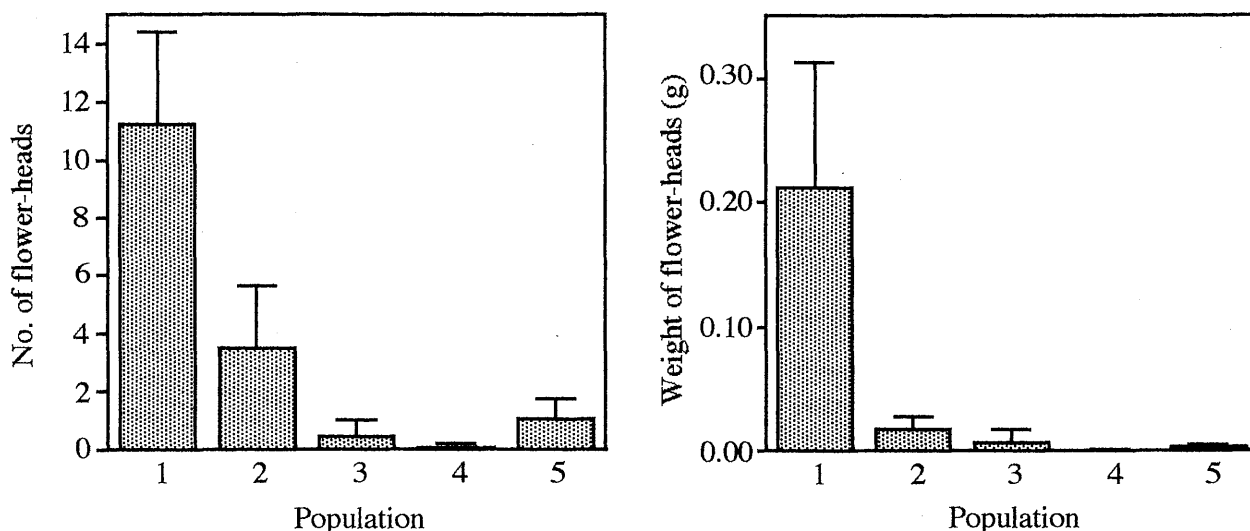


Fig. 2. Between-population variations related to its altitude in seed reproductive characters of *Trifolium repens*. No. of flower-heads per plant and dry weight of flower-heads per plant are presented in left and right figure, respectively. Standard error bars are also indicated.

Table 2. Between-population variations related to its altitude in clonal growth pattern of *Trifolium repens*.

Character	Population					F-value	Probability
	1	2	3	4	5		
(1) Total stolon number	21.4 (10.0)	21.2 (14.6)	23.8 (15.6)	12.5 (9.7)	18.4 (13.5)	5.5	p<0.01
(2) Total length of stolons (cm)	211.3 (128.6)	182.0 (175.8)	159.1 (152.8)	58.6 (57.2)	102.9 (92.6)	11.1	p<0.01
(3) Total node number	395.8 (393.6)	377.1 (539.6)	155.2 (100.5)	89.2 (65.3)	128.0 (97.4)	10.0	p<0.01
(4) No. of main and basal (BA) stolons	1.8 (1.1)	1.8 (0.9)	1.8 (0.9)	1.7 (0.9)	1.8 (0.9)	0.3	ns
(5) No. of primary (PR) stolons	11.7 (4.8)	10.4 (6.0)	10.4 (5.1)	6.7 (4.4)	8.9 (5.5)	5.3	p<0.01
(6) No. of secondary (SE) stolons	7.2 (5.7)	8.2 (8.7)	10.8 (11.1)	3.7 (5.9)	7.1 (8.7)	4.8	p<0.01
(7) No. of tertiary (TE) stolons	0.7 (2.1)	0.8 (2.6)	0.8 (2.3)	0.4 (2.1)	0.6 (2.1)	0.2	ns
(8) Total length of BA (cm)	39.8 (20.6)	32.7 (22.5)	25.7 (18.0)	15.8 (11.6)	21.3 (15.8)	12.6	p<0.01
(9) Total length of PR (cm)	133.6 (84.7)	97.5 (91.60)	89.3 (90.4)	30.0 (26.5)	54.9 (50.5)	14.1	p<0.01
(10) Total length of SE (cm)	35.6 (37.5)	48.7 (70.0)	42.3 (58.3)	11.4 (24.3)	24.5 (36.9)	4.6	p<0.01
(11) Total length of TE (cm)	2.3 (6.8)	3.1 (11.1)	1.8 (5.7)	1.4 (7.0)	1.3 (4.6)	0.5	ns
(12) Average length of BA (cm)	24.3 (9.3)	19.0 (11.4)	17.2 (13.1)	9.8 (5.7)	11.6 (6.6)	16.6	p<0.01
(13) Average length of PR (cm)	97.6 (85.5)	65.9 (65.1)	63.5 (63.3)	3.6 (3.6)	5.8 (5.7)	26.1	p<0.01
(14) Average length of SE (cm)	3.9 (2.8)	3.7 (3.3)	2.6 (2.0)	1.4 (1.7)	2.1 (1.8)	8.7	p<0.01
(15) Average length of TE (cm)	0.5 (1.4)	0.4 (1.4)	0.4 (0.9)	0.2 (0.8)	0.2 (0.7)	0.7	ns
(16) Allocation to BA (%)	30.9 (10.3)	32.0 (9.6)	30.8 (12.7)	59.3 (11.4)	55.8 (13.2)	53.7	p<0.01
(17) Allocation to PR (%)	56.5 (10.2)	54.7 (9.7)	56.4 (12.3)	25.9 (9.4)	27.9 (10.7)	107.9	p<0.01
(18) Allocation to SE (%)	9.8 (4.6)	10.1 (7.7)	9.4 (5.2)	11.0 (10.4)	14.4 (10.5)	2.2	ns
(19) Allocation to TE (%)	1.1 (2.8)	1.1 (3.1)	1.7 (3.7)	1.1 (4.5)	1.6 (4.6)	0.3	ns
(20) Stolon diameter (mm)	1.61 (0.36)	1.58 (0.26)	1.64 (0.26)	1.49 (0.21)	1.51 (0.21)	1.6	ns

Mean (Standard deviation), ns=not significant.

本と8.9本であった。これらのことは、高地集団が個々のストロンの長さを短くして密集型の体制をとるのに対して、低地集団ではストロンの数をあまり増やさないものの、1次ストロンを長くしてゲリラ型の体制をとることを示している。一方、各次ストロンへのバイオマス分配には、高次ストロンへの分配に差がないものの、低次ストロンへの分配に有意差

があった。高地集団は基部ストロンへの分配割合が高く、低地集団では1次ストロンへの分配割合が高い傾向にあった。

考 察

1. 高地集団の特徴

実験の結果、3つの仮説は支持された。したがって、シロク

ローバの高地集団が矮小化しており、比較的密集型のクローナル成長パターンを持つことが確認された。さらに、頭花の生産量、頭花へのバイオマス分配、葉部への分配が少ないが、根部への分配が多いことが確認された。個体の矮小化、密集型のクローナル成長パターンは、いずれも高地の環境に適した特徴と見なすことができる。なぜなら、もともと低地に分布の中心のあるシロクローバにとって、高地は低温、乾燥、強風などの環境ストレスにさらされやすく、生育に良好な期間も短いため、このようなストレス耐性型の戦略をとるほうが生存に有利と考えられるからである。これに対して、個体サイズの増加、ゲリラ型のクローナル成長パターンは、より競争的な環境である低地に適した特徴と見なすことができよう。このように、検出された集団間差はある程度適応的なものと見なすことができる。

2. 遺伝的变化か可塑的变化か

それでは、このような高地集団の適応的特徴はどのようにしてもたらされたのであろうか？ 植物の集団間差は一般に遺伝的变化か可塑的变化によってもたらされる。このどちらであるかを明確にするために、標準環境下の比較試験が行われる。もしこの方法で差が検出されたなら、その差の多くの部分が遺伝的变化によると判定される。本研究でも、現地から株で採集した個体を株分け増殖して、この方法を使って集団間差を分析した。この判定法からすると、本研究で見出された集団間差は、ある程度遺伝的な差を反映したものと考えることができる。集団間の遺伝的な差については、シアン化水素の生成に関与する遺伝子の頻度についても、この標高差と密接に関連した有意な集団間差のあることを確認している（未発表）。

シロクローバについては、標準環境下の比較試験による結果の解釈に注意を要すること、言い換えると、必ずしもこの結果を鵜呑みにして遺伝的变化か可塑的变化かを判定すべきでないことが、EVANS and TURKINGTON⁹⁾によって指摘されている。彼らは様々なシロクローバ集団から株を収集し、標準圃場試験区で2年以上比較栽培した。定植後4カ月目と27カ月目に個体の形態形質、生活史形質を分析した。その結果、4カ月目の個体を分析すると、有意な集団間差が検出されたが、27カ月目の評価では、何ら有意な集団間差を検出できなかった。そして、シロクローバにおいては収集後間もない個体を分析しても、可塑的变化によってもたらされた形質値を評価することになりやすいことを指摘した。つまり、シロクローバ個体は過去の環境下で生じた可塑的变化を記憶している期間が長いわけである。したがって、集団間の遺伝的な差を正確に評価するには、長期間均一環境下に置いた個体を使用すべきであるとしている。その点で、私たちの採用した収集後13.5カ月目で特性評価という方法は、十分長い期間を置いたとはいえないかもしれない。収集後8カ月目にストロン断片に株分けし、試験を開始したものの、本研究で見出された集団間差に、可塑的变化による部分が含まれている可能性は十分ありうる。今後、充分時間を置いた材料を使った比較試験、さらには相互移植試験を実施する必要がある。

3. 高地集団の研究の意義

本研究は、シロクローバの自生集団を評価する生態遺伝学的研究の一環として、特に自生地の高さとの関連で、集団間の変異パターンを分析した。もし高地集団が遺伝的变化によって自生環境に適応しているとしたら、これらの集団は寒冷地・高標高地向けの品種開発のための貴重な遺伝資源となりうる可能性がある。シロクローバは比較的耐寒性が強い植物とされているが、さらに強い耐寒性の付加が求められている¹⁰⁾。富士山麓の集団については残念ながら耐寒性の評価を行っていないが、CARADUSら⁴⁵⁾や福岡¹⁰⁾は矮小・密集型の品種が耐寒性の強い傾向にあることを指摘している。一方、高地集団を対象とした研究は、環境保全・生物保全といった方面でも価値があると考えられる。道路開発等によって生じた裸地の浸食を防止するために、どのようなタイプのシロクローバがより有効であるかを知ることは、環境保全を推し進める上で意味があるだろう。しかし、その一方でシロクローバを含む外来牧草を導入した結果、もともと自生していた在来植物を減少、消滅に追いやるとしたら、種多様性保全の視点から決して好ましいことではない²²⁾。これらについてほとんど情報が蓄積されていないのが現状であるが、このような高地集団を対象とした生態遺伝学的研究によって、今後牧草利用の総合的評価に関して有用な情報をもたらさうものと考えている。

謝 辞

本研究を進めるに際し、静岡大学農学部の中井弘和博士から有益な助言を頂いた。富士山頂の気象データは静岡地方気象台、朝霧高原の気象データは静岡県畜産試験場からの提供を受けた。ここに記して感謝致します。

引用文献

- 1) BOLLER, B.C. and J. NOSBERGER (1983) Effects of temperature and photoperiod on stolon characteristics, dry matter partitioning, and nonstructural carbohydrate concentration of two white clover ecotypes. *Crop Sci.* **23**, 1057-1062.
- 2) BURDON, J.J. (1980) Intra-specific diversity in a natural population of *Trifolium repens*. *J. Ecol.* **68**, 717-735.
- 3) BURDON, J.J. (1983) Biological flora of the British Isles. No. 154. *Trifolium repens* L. *J. Ecol.* **71**, 307-330.
- 4) CARADUS, J.R., A.C. MACKAY, D.R. WOODFIELD, J. van den BOSCH and S. WEWALA (1989) Classification of a world collection of white clover cultivars. *Euphytica* **42**, 183-196.
- 5) CARADUS, J.R., A.C. MACKAY, J. van den BOSCH, D.H. GREER and G.S. WEWALA (1989) Intra-specific variation for frost hardiness in white clover. *J. Agric. Sci.* **112**, 151-157.
- 6) CHAPMAN, D.F., M.J. ROBSON, R.W. SNAYDON and J.R. CARADUS (1992) The growth and carbon allocation patterns of white clover (*Trifolium repens* L.) plants of contrasting branching structure. *Ann. Bot.* **69**, 523-531.
- 7) CLAUSEN, J., D.D. KACK and W.M. HIESEY (1948) Experimental studies on the nature of species. III. Environmental responses of climatic races of *Achillea*. Carnegie Inst. Washinton. Publ. p. 581.
- 8) CUNNINGHAM, P.J., M.J. BLUMENTAL, M.W. ANDERSON, K.S.

- PRAKASH and A. LEONFORTE (1994) Perennial ryegrass improvement in Australia. *N. Z. J. Agric. Res.* **37**, 295-310.
- 9) EVANS, R. C. and R. TURKINGTON (1988) Maintenance of morphological variation in a biotically patchy environment. *New Phytol.* **109**, 369-376.
- 10) 福岡壽夫 (1989) シロクローバ. 松尾孝嶺 (監修) 植物遺伝資源集成. 飼料作物. 講談社. 東京. pp. 594-599.
- 11) 福岡壽夫・若松敏一・山田敏彦 (1985) *Trifolium* 属の起源と分化. 育種学最近の進歩 **26**, 43-54.
- 12) HORIKAWA, Y. (1986) Plastic allocation of photosynthetic product in white clover (*Trifolium repens* L.). *J. Japan. Grassl. Sci.* **32**, 225-234.
- 13) HORIKAWA, Y. (1986) Reproductive strategy in white clover (*Trifolium repens* L.) of different habitats. *J. Japan. Grassl. Sci.* **32**, 235-242.
- 14) JAHUFER, M. Z. Z., M. COOPER and L. A. BRIER (1994) Genotypic variation for stolon and other morphological attributes of white clover (*Trifolium repens* L.) populations and their influence on herbage yield in the summer rainfall region of New South Wales. *Aust. J. Agric. Res.* **45**, 703-720.
- 15) 川端習太郎 (1973) 牧草育種における生態型の利用. 育種学最近の進歩 **13**, 93-97.
- 16) 河野昭一 (1974) 植物の進化生物学. II. 種の分化と適応. 三省堂. 東京. pp. 120-146.
- 17) 柴田 治 (1985) 高地植物学. 内田老鶴圃. 東京. pp. 153-161.
- 18) 塩坂比奈子・柴田 治 (1993) 異なる高度の間で相互移植されたイタドリの形態的な変化. 日生態会誌 **43**, 31-37.
- 19) 菅原和夫・伊沢 健・八嶋康広・的場和宏・伊藤 巖 (1991) 自生シロクローバ株の形質変異と生産性. 川渡農場報告 **7**, 21-29.
- 20) TURKINGTON, R. and J. J. BURDON (1983) The biology of Canadian weeds. 57. *Trifolium repens* L. *Can. J. Plant Sci.* **63**, 243-266.
- 21) 若松敏一 (1989) シロクローバの環境耐性の究明. 農林水産技術会議事務局 (編). 牧草種のエコタイプ利用による環境適応性導入方法の開発. pp. 47-50.
- 22) 鷺谷いづみ・森本信生 (1993) 日本の帰化植物. 保育社. 東京. pp. 48-51.
- 23) WOODFIELD, D. R. and J. R. CARADUS (1994) Genetic improvement in white clover representing six decades of plant breeding. *Crop Sci.* **34**, 1205-1213.

要 旨

荻ノ迫善六・澤田 均・山下雅幸 (1996) : 富士山麓の異なる標高に自生するシロクローバ (*Trifolium repens* L.) 集団間の外部形態, バイオマス分配, クローナル成長パターンの変異. *Grassland Science* **41**, 319-324.

富士山麓にはシロクローバが標高2,400 mまで分布しており, 標高との関連で自生集団の変異パターンを分析するのに最適である。本研究は, 富士山麓の異なる標高から株で収集した5集団について, 標準環境下で比較試験を行うことにより, 以下の仮説を検証することを目的とした。(1)シロクローバの高地集団では個体が矮小化する傾向にある。(2)高地集団と低地集団ではバイオマス分配パターンが異なり, 環境ストレスを強く受ける高地集団では根部への分配割合が高く, 頭花への分配割合が低いに対して, 競争のより厳しい低地集団では葉部(葉柄を含む)への分配割合が高いであろう。(3)クローナル成長パターンにも両集団間に差があり, 高地集団は短いストロンを多数分枝する密集型の成長パターンを示すのに対して, 低地集団は長いストロンを少数分枝させるゲリラ型の成長パターンを示すであろう。実験の結果, 3つの仮説は支持された。したがって, シロクローバの高地集団が矮小化しており, 比較的密集型のクローナル成長パターンを持つことが確認された。さらに, 頭花の生産量, 頭花へのバイオマス分配, 葉部への分配が少ないが, 根部への分配が多いことが確認された。このような集団間差をもたらす背景について考察した。

キーワード: クローナル成長, 個体の外部形態, 自生集団間変異, シロクローバ, バイオマス分配.