



Title	Festuca 属における潜在の変異に関する研究 : V. メドーフェスクにおける出穂、開花習性の変異
Author(s)	高橋, 直秀; TAKAHASHI, Naohide; 杉山, 修一 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 13(3), 460-465
Issue Date	1982-11-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11988
Type	departmental bulletin paper
File Information	13(3)_p460-465.pdf



Festuca 属における潜在の変異に関する研究

V. メドーフェスクにおける出穂、開花習性の変異

高橋直秀・杉山修一

(北海道大学農学部附属農場)

後藤寛治

(北海道大学農学部食作物学教室)

(昭和57年4月30日受理)

Studies on Potential Variability in *Festuca*

V. Variation of heading and flowering behavior in meadow fescue

Naohide TAKAHASHI and Shuichi SUGIYAMA

(Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Hokkaido
University, Sapporo, Japan)

Kanji GOTOH

(Laboratory of Field Crops, Faculty of Agriculture, Hokkaido
University, Sapporo, Japan)

緒 論

ライグラス類では、表現型の一様性にかかわらず、出穂に関して多くの遺伝的変異が含まれ、選抜にもよく反応することが報告されている^{4,5,7}。また、開花期の差異が集団構造の変化⁶や集団間の分化に⁹大きな影響をもつことが指摘されている。しかし、これらの報告の多くは、個体間レベルの変異を前提としたものである。出穂、開花の変異は、個体間(遺伝的)変異と個体内(発育的)変異に分けることができる。そして、出穂の個体内変異の大きさには、イネ⁸やムギ^{10,11}などの自殖性作物ばかりでなく、チモシー¹²などの他殖性牧草においても、品種、系統間差異のあることが認められている。したがって、出穂、開花変異に関しては、個体間レベルばかりでなく個体内レベルの変異についても検討することが必要と思われる。特に、イネ科牧草は、独立に生長一繁殖する多数の分けつより構成されており、個々の分けつレベルで出穂、開花変異を解析していくことが有効と考えられる。そこで、本試験では、メドーフェスクを供試し、個体内、個体間、品種内の全有効分けつにおける出穂、開花の変異の品種間差異とこれらの変異の間の関係を検討した。

材料及び方法

供試材料は、2倍体品種の Trader, Leto, Bundy, Perdita, 4倍体品種の Festina, 人為4倍体系統 EE (北大育成系統)、そしてメドーフェスクの自然4倍体 (*F. pratensis* var. *apennina*) の合計5品種、2系統(以後品種と省略)である。試験区は畦幅50cm、株間25cmとし、区制は2反復乱塊法とした。栽植後、3年目の株を対象に、1反復5個体の合計10個体につき調査を行なった。各品種とも、個体別に毎日(降雨日を除く)出穂、開花した茎にカラービニールタイでマーキングし、各個体の全有効分けつの出穂日と開花日(最初の小花が開花した日)を記録した。また、各品種、約30個体につき出穂始日(個体あたり3本の茎が出穂した日)を調査した。

結 果

Fig. 1 と Fig. 2 に、それぞれ個体内における分けつ間の出穂日の変異と出穂始日の個体間変異を示した。なお、供試品種のなかで、中間の特徴を示した Trader は省略した。各品種とも個体内の出穂が完了するまでに12日~16日かかっているのに対して、個体間の出穂始日の差異は6日~9日である。また、7品種の全供試個

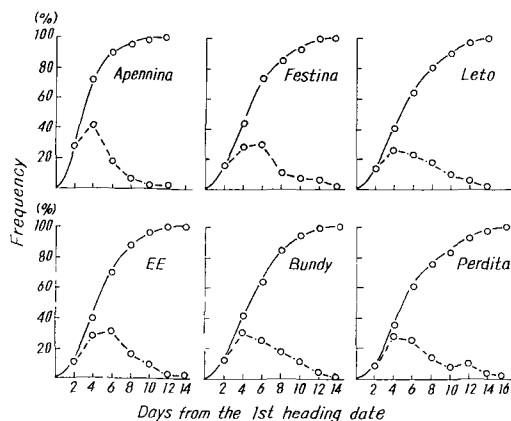


Fig. 1. Changes in number of heading tillers after the head emergence within plants. —○—; accumulated % ...○...; in each 2 day

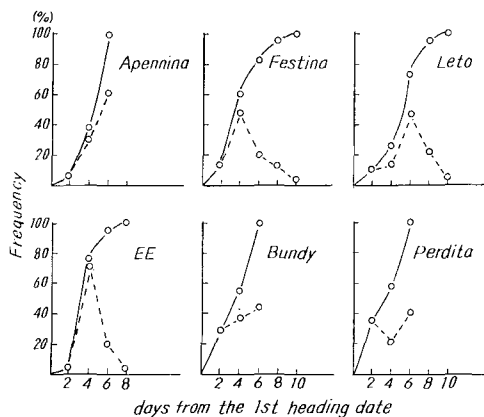


Fig. 2. Changes in the first heading dates of plants within cultivars.

Note. Symbols are the same as those in Fig. 1

体間でも出穂始日には13日の差しか認められず、個体内における分けつ間の出穂日の変異は個体間にみられる早晩性の変異より著しく大きくなっている。個体内、個体間ともに品種間には異なった変異パターンが生じており、その中でも var. *apennina* は他の品種に比べ、特に個体内の穂揃いが良く、出穂始日の個体間変異も小さかった。

次に、各品種 (Trader を除く)、10 個体の全有効分けつ間の出穂日と開花日の経時的推移を Fig. 3 に示した。また、Table 1 には、全有効分けつの平均出穂日、平均開花日、出穂期間、開花期間、平均出穂日から平均開花日までの日数を示した。var. *apennina* は最も早生で、最も晩生の EE との間に平均出穂日で7.5日、平均開花

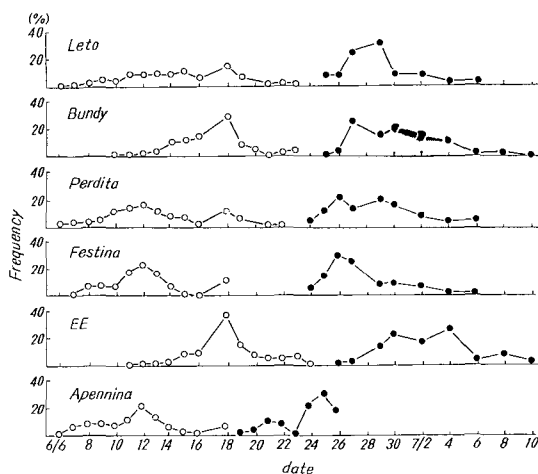


Fig. 3. Changes in heading and flowering dates of tillers within the whole cultivars.

Note. ○; heading ●; flowering

Table 1. Mean dates of heading and flowering, durations of heading and flowering and days from heading to flowering date

	heading ¹⁾ date	flowering ¹⁾ date	duration of heading	flowering	days from heading to flowering
Trader	13.1	28.0	15.5	11.5	14.9
Leto	14.6	28.8	15.5	12.5	14.2
Bundy	16.7	30.1	12.5	15.0	13.4
Perdita	13.4	28.5	17.0	11.5	15.1
Festina	12.4	27.2	15.5	12.0	14.8
EE	18.7	32.3	13.0	13.5	13.6
Apennina	11.3	23.7	12.0	7.0	12.4
Mean	14.3	28.4	14.1	11.9	14.0
LSD (5%)	2.1	1.6	3.7	1.4	1.0

Note. 1); days from 1st June.

日で8.5日の差が生じている。その他, var. *apennina* は他の品種に比べ, 出穂期間が短くなっているばかりでなく, 開花期間, 出穂から開花までの日数もともに短縮している。そのため, Fig. 3 に示されているように, var. *apennina* は他の品種と開花期間の重なりが少なく, 短期間で出穂, 開花を終了する傾向を示した。出穂期間では, Perdita Leto が長いに対して, 開花期間では Bundy と EE が長くなっているなど, 出穂と開花には同じパターンは認められない。そこで, 出穂と開花の関係をさらに詳しく調べるため, 個々の分けつについて検討した。

Fig. 4 に, 各分けつの出穂日と出穂から開花までの

日数の平均値の間の関係を示した。両者の間には負の直線の関係があり, 出穂の遅い分けつ程, 出穂から開花までの日数が少なくなっている。そして, この減少程度(回帰係数)には品種間差異が認められ, EE, Festina などの人為4倍体で減少程度が大きく, Bundy, Perdita では小さい。しかし, 回帰係数の値は, 概ね -0.5 前後となっている。このことは, 2日の出穂日の差異が開花時には1日に短縮すること, したがって分けつ間での出穂日の差異は開花の段階でより小さくなることを示している。しかし, 出穂日が同じ分けつ間でも, その開花日は著しく異なり, 個々の分けつでみた場合, 出穂から開花までの日数には大きなばらつきが生じている。

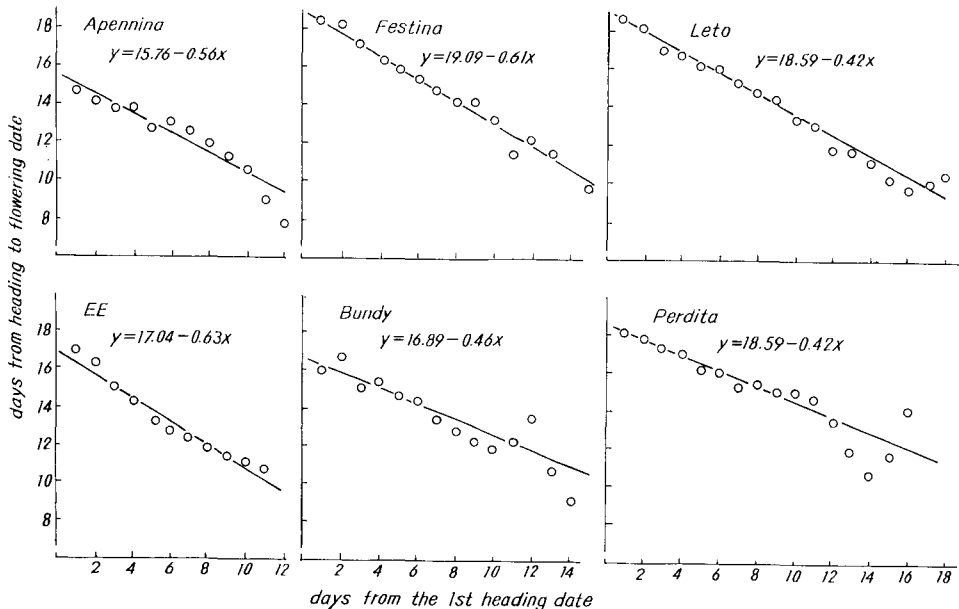


Fig. 4. Relationship between heading date and days from heading (HD) to flowering (FL) date of tillers.

そこで, 個々の分けつ間の出穂-開花のばらつきを検討するため, Fig. 5 に各分けつの出穂日と開花日をプロットした。縦座標の長さは出穂日が同じ分けつ間の開花日の幅を示し, 横座標の長さは開花日が同じ分けつ間の出穂日の幅を示している。出穂日が同じ分けつでも開花日には大きな差異があり, 最高で13日にもわたっている。また, 平均でも, 各品種とも var. *apennina* の5.2日から Bundy の8.7日までと1週間近くの幅が生じている。さらに, 開花期間の長かった品種 (Bundy, EE) ほど, 出穂日が同じ分けつ間の開花日の幅が大きくなる (縦方向に長い) 傾向を示した。他方, 開花日が同

じ分けつ間にも出穂日に大きな幅が認められた。最高が Leto の14日, 平均でも Bundy の8.4日から Leto の11.1日と, 1週間以上出穂日が異なる分けつであっても同一日に開花している。さらに, 一穂の小花間にも開花日に4日から8日の差がある (未発表のデータ) ことから, 2週間近く出穂日の異なる分けつであっても受粉が可能であることを示唆するものである。

出穂と開花の個体内, 個体間, 品種内の全有効分けつ間の変異の大きさと分けつ間の出穂から開花までに要する日数のばらつきの間の関係を検討するため, Table 2 に出穂, 開花の個体内, 個体間, 品種内の標準偏差と開

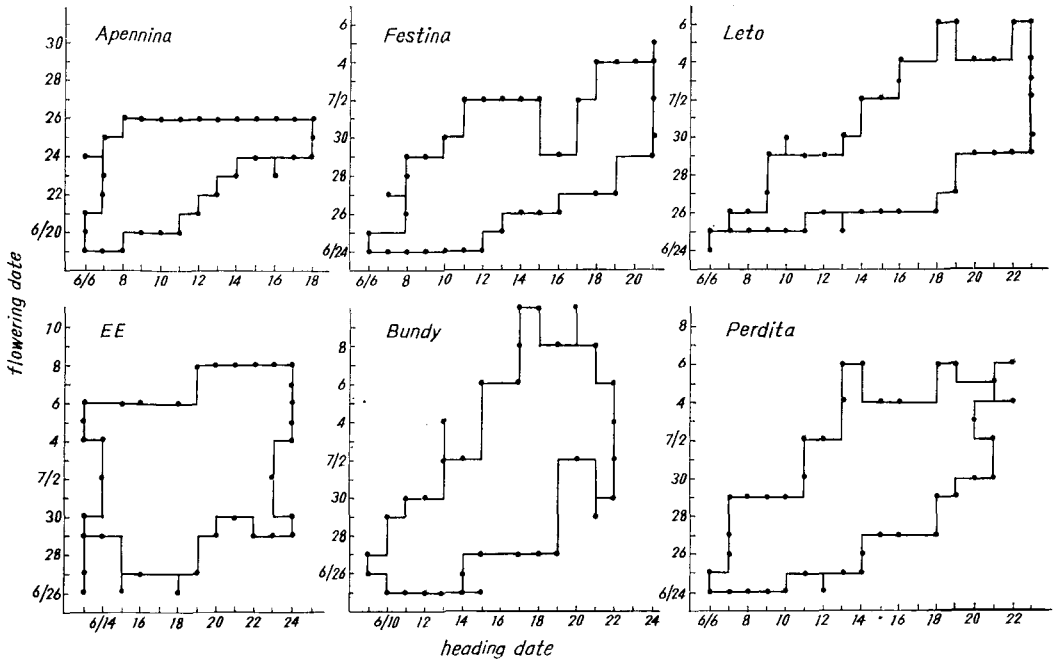


Fig. 5. Variation in heading and flowering dates of tillers within the whole cultivars.

Note. Ordinate shows the range of flowering dates among tillers with the same heading dates.

Abscissa shows the range of heading dates among tillers with the same flowering dates.

Table 2. Correlation coefficients among standard deviation (SD) of heading and flowering dates within the whole cultivars, between plants, within plants, mean range of heading dates among tillers with the same flowering dates (range of heading dates) and that of flowering dates among tillers with the same heading dates (range of flowering dates)

	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1) SD of heading within cultivars	0.644	0.822*	-0.058	0.396	-0.097	0.782*	-0.264
(2) SD of heading between plants		0.850*	0.028	-0.156	0.152	0.828*	-0.036
(3) SD of heading within plants			0.233	0.105	0.287	0.816*	0.105
(4) SD of flowering within cultivars				0.497	0.968**	0.142	0.919**
(5) SD of flowering between plants					0.311	0.204	0.225
(6) SD of flowering within plants						0.213	0.931**
(7) Range of heading dates							0.078
(8) Range of flowering dates							

Note. *: Significant at 5% level. **: Significant at 1% level.

花日が同じ分げつ間の出穂日の幅の平均値(以後出穂日の幅と省略)、出穂日が同じ分げつ間の開花日の幅の平均値(以後開花日の幅と省略)の間の相関関係を示した。まず、個体内、個体間、品種内ともに、出穂と開花の変異の大きさには相関関係はみられず、出穂と開花の変異は独立な関係にあることが認められた。また、出穂、開花ともに、品種内変異は個体間変異より、個体内変異と高い相関関係を示し、品種内の変異の大きさは、個体間レベルより個体内レベルの変異の大きさに強く影響されている。出穂の個体内変異と個体間変異、そして出穂の幅の間には互いに有意な正の相関関係が認められた。つまり、個体内の穂揃いの悪い品種ほど個体間の変異が大きい、さらに出穂日が著しく異なる分げつであっても同一日に開花する傾向にあり、個体内の発育的変異と個体間の遺伝的変異という、2つの独立したレベルの変異の大きさの間には密接な関係があることが示唆された。また、開花の個体内、品種内変異の大きさと開花日の幅の間には正の有意な相関関係があり、出穂日が同じ分げつ間で開花日のばらつきが大きくなるほど、開花の変異も大きくなる傾向にあった。

論 議

本試験で供試した品種間には、出穂、開花パターンに差異が認められた。その中でも、*var. apennina* は特に、出穂、開花期間や出穂から開花までの日数が短かく、出穂、開花の変異も小さいなど、他の品種に比べ特異な出穂、開花パターンを示した。*var. apennina* はヨーロッパの標高1000 m以上の気象条件の厳しい地域に分布が限られ³⁾、また70%以上の高い自殖率を示す¹⁾など、メドーフエスクとは遺伝的にも生態的にも異なった特性をもっている。Mosquin (BLISS²⁾による)は、極地や山岳地帯のような厳しい環境条件下では、自然淘汰が変異を小さくする方向に働き、自殖やapomixisのように変異を最小に保つ遺伝システムが適応上有利となると主張している。したがって、短期間で生殖生長を終了し、出穂、開花変異が小さいことは、*var. apennina* が山岳地帯で存続してゆくための1つの適応的手段となっていると考えられる。

個体間と個体内における出穂変異の大きさと開花日が同じ分げつ間での出穂日の幅の間に正の有意な相関関係があり、個体間で早晩性の変異の大きな品種ほど、個体内の穂揃い性が悪く、出穂日が著しく異なる分げつであっても同一日に開花する傾向にあることを示している。つまり、遺伝的差異に起因する個体間変異と遺伝子型に

よって規制された発育的差異に起因する個体内変異という2つの独立したレベルの変異の大きさは密接な関係にある。この原因として、出穂、開花の個体内変異が集団内の個体間変異の大きさを規制している可能性が挙げられる。その場合、個体間の変異を高く維持するには、個体内変異として3つの段階が考えられる。1つは、個体内の穂揃い性が低くなることによって個体内の出穂期間を広げること、次に、各分げつの出穂から開花までの日数のばらつきの組合わせによって出穂日が著しく異なる分げつ間の開花日を近づけること、最後に、一穂内の開花期間を長くすることである。このような、出穂、出穂—開花、開花段階における個体内変異によって出穂日の著しく異なる個体間の交雑が可能となり、集団中に遺伝変異が高く維持され得るものと推察される。

摘 要

一人為4倍体、自然4倍体(*F. pratensis* var. *apennina*)を含むメドーフエスク5品種、2系統を供試し、出穂、開花パターンの品種、系統間差異、ならびに個体内と個体間変異の間の関係について検討した。得られた結果は次のとおりである。

- 1) 個体内の出穂期間は個体間の変異より長く、出穂、開花ともに個体内変異は個体間変異より大きい傾向にあった。
- 2) 出穂の遅い分げつほど、出穂から開花までの期間が短くなる傾向を示した。分げつ間には出穂から開花までの日数に大きなばらつきがみられ、開花日が同じ分げつでも出穂日は10日以上差が認められた。
- 3) 出穂の個体内変異と個体間変異の大きさの間には正の有意な相関関係がみられ、個体間で出穂始の変異が大きな品種ほど、穂揃いが悪く、出穂日が著しく異なる分げつであっても同一日に開花する傾向にあった。

引用文献

1. BEAN, E. W.: Seed production characteristics of tetraploid meadow fescue, *Rep. Welsh Pl. Breed. Stn. for 1973*; 53 (1974)
2. BLISS, L. C.: Arctic and alpine plant life cycle, *Ann. Rev. Ecol. System.*, 2: 405-438. 1971
3. BORRILL, M., TYLER, B. F. and MORGAN W. G.: Studies in *Festuca* 7. Chromosome atlas (part 2) An appraisal of chromosome race distribution and ecology, including *F. pratensis* var. *apennina* (De Not.) Hack- tetraploid, Cy-

- tologia*, **41**; 219-236. (1976)
4. COOPER, J. P.: Studies on growth and development in *Lolium* IV. Genetic control of heading responses in local populations, *J. Ecol.*, **42**: 521-526. (1954)
 5. COOPER, J. P.: Selection for date of ear emergence, *Heredity*, **13**: 461-479. (1957)
 6. FORSTER, C. A.: A study of the theoretical expectation of of F₁ hybridity resulting from bulk interpopulation hybridization in herbage grasses, *J. Agric. Sci., Camb.* **76**: 295-300. (1970)
 7. 藤本文弘・鈴木 茂：イタリアンライグラスにおける変異と選抜に関する研究 II. 出穂の変異，育種学雑誌，**25**: 229-236 (1975)
 8. 堀川 洋・後藤寛治：水稲の表現型可変性に関する研究. I. 早生品種における個体内および個体間変異，北大農場研報，**20**: 73-80. (1977)
 9. MCNEILLY, T. and ANTONOVICS, J.: Evolution in closely adjacent plant populations IV. Barriers in gene flow, *Heredity*, **23**: 205-218. (1968)
 10. PARODA, R. S.: Importance of synchrony of ear emergence in plant breeding programmes, *Nature*, **233**: 351-352, (1971)
 11. 安田昭三・沖永康男：オオムギ品種における穂揃い性の検討，農学研究，**54**: 173-183. (1973)

12. 湯本節三・島本義也・津田周弥：チモン（*Phleum pratense* L.）の生態型に関する研究. II. 個体内変異に関する集団間変異とその茎葉収量との関係，日草誌，**27**: 159-166. (1981)

Summary

The experiment was carried out to examine the varietal differences of variations of heading and flowering dates in both intra and inter-plants, and their relationships in meadow fescue. Materials used were 4 diploid cultivars, 2 induced auto-tetraploids and 1 naturally occurring tetraploid, *Festuca pratensis* var. *apennina*. The results are summarized as follows.

1) Var. *apennina* had about 10 days shorter reproductive growth period than others and less variation of heading and flowering as well.

2) Days from heading to flowering dates of each culm varied greatly with cultivars.

3) The variations of heading and flowering in intra-plant were larger than those in inter-plant. There was a positive significant correlation between variation of heading dates in intra-plant (developmental) and that in inter-plant (genetical). Cultivars which showed much variation of heading dates between plants tended to have low uniformity of heading within plants.