

## チモシーの自生集団における競争力の変異

湯本 節三 (十勝農試)

## 緒 言

著者は、一連の試験<sup>12~17)</sup>を通じて、北海道の北東部と南西部に自生するチモシー集団の間に生育特性について顕著な差異があり、その差異が生育地の気候条件と密接に関連していることから、両集団間で気候的生態型の分化が生じていることを明らかにした。例えば、北東部に比較して冬の気候条件がそれほど厳しくなく、生育可能な期間が長い南西部に自生するチモシー集団は、耐寒性が低い反面、耐暑性が高く、生育期間中平均して高い生長率を維持している。生育期間中に平均して高い生長率を維持することは共存する同種および他種との競争を有利にする特性と思われ、南西部集団は北東部集団よりも競争力が強いことが期待される。

幾つかの植物では、集団間に気候や土壌要因に対する耐性の差異が認められると同時に競争力についても違いが観察され<sup>1~4, 6, 7, 9~11)</sup>、耐性の分化と競争力が深く関っていることが示されている。Cook et al.<sup>1)</sup> および Hickey and McNeilly<sup>6)</sup> は釧山周辺の重金属に汚染されていない土壌に生育する *Anthoxanthum odoratum* や *Agrostis tenuis* の通常 (非金属耐性) の集団が、それに隣接する汚染土壌で生育する金属耐性集団との間に高頻度の遺伝子流動があるにもかかわらず、耐性集団との間に極だつて不連続な変異を維持しうる要因として、耐性個体が同種の非耐性個体およびそれと共存する他種個体との競争に弱く、汚染されていない土壌では生き残れないことによることを見出している。

本試験では、競争ダイアレルの方法を用いて、生育特性を異にするチモシーの北海道北東部集団と南西部集団における競争力の差異を検討した。

## 材料および方法

図1に示した北海道内4ヶ所より収集したチモシー集団を供試した。これら集団の種子を1%寒天培地を敷いたシャーレに播種し、発芽後の種子を育苗箱に移してガラス室内で約1ヶ月間生育させた後、圃場に移植した(表1)。圃場では各集団の個体を単植と他の3集団の各々との混植の条件下で栽培した。単植区と混植区における集団の個体配置を図2に示した。単植区は各畦7個体の4畦より構成され、混植区は6畦より構成されたが、混植区では2集団の畦を交互に配置した。両区における畦間および畦内の株間はいずれも10cmとした。混植区における個体間相互作用を個体重によって評価するため、単植区では内側2畦の10cm体を、混植区では内側4畦の20個体を刈取り、個体ごとに乾物重を測定した。

試験は4反復の乱塊法で行い、各反復は単植区4区と2集団ごとの全組合せからなる混植区6区の計10区より構成された。さらに、混植区を構成する個体の大きさが異なるときの個体間相互作用を検討するため、上記の試験を播植日を遅えて3回実施(試験1~3)した。表1には各試験の播植日、圃場への移植日および刈取り日を載せた。なお、本試験は昭和57年北大農学部で行った。

本試験で用いた競争ダイアレルの方法<sup>8)</sup>では、混植区における集団を異にする個体間の相互作用が混植区の単植区からの偏差(表2の非対角要素)として測られ、供試集団の全組合せにおける偏差の変動を競争効果と相補効果によって説明する(表3)。そして、2集団の間に競争力について差異があるとき、そ

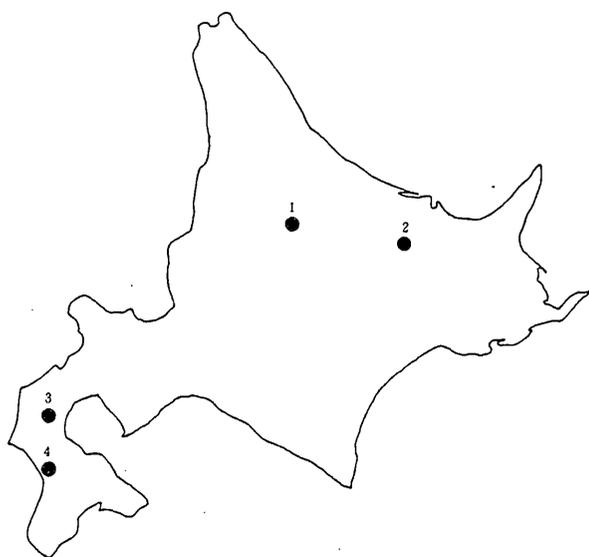


図1 供試集団の収集地点

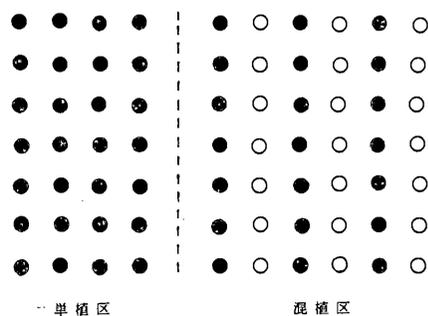


図2 単植区と混植区における集団の個体配置  
●：指標集団，○：随伴集団

れら集団の混植区においては一方の集団が得をして偏差は正、もう一方の集団は損をして偏差は負となることを基本としており、競争効果は2集団の偏差の正負の違いによる変動を説明し、相補効果は偏差の大きさの違いによる変動を説明する。具体的には、上述のような基本に立つため、競争効果は表2の指標集団の行の要素から対応する随伴集団の列の要素

を引いた値（競争力が強ければ正、弱ければ負）で表わされ、相補効果は指標集団の行の要素に対応する随伴集団の列の要素を足した値で表わされる。このことの意味は、競争効果が混植区においてある集団自身が得ないし損する能力（指標集団の行の要素）と相手集団に損ないし得させる能力（随伴集団の列の要素）の2つの能力から評価され、相補効果はそれら能力の大きさの違いを評価することである。さらに、これら2つの効果は随伴集団が代わるとき指標集団によって相加的に発現される一般効果と非相加的に発現される特定効果に分割される（表3）。

### 結 果

個体乾物重に関する競争ダイアレルを表2に、その分散分析の結果を表3に示した。表2の値はそれぞれ4反復よりなる3試験を込みにしたときの平均値であり、対角要素は単植区における個体乾物重を表わし、非対角要素は個体乾物重の混植区と単植区との差を表わす。

分散分析の結果、単植区における個体乾物重は播種日を異にする試験間で有意に異なったが、集団間の差は有意ではなかった。各試験の単植区における4集団の平均個体乾物重は試験1で5.8g、試験2で5.4gおよび試験3で4.3gであり、播種日が遅くなるのにもない個体は順次小さくなった。

表1 播種日、圃場への移植日および刈取り日

		播種日	移植日	刈取り日
試験	1	4月16日	6月1日	9月17日
試験	2	5月1日	6月13日	9月19日
試験	3	5月16日	6月29日	9月21日

表2 単植区における個体乾物重(対角要素)と個体乾物重に関する混植区の単植区からの偏差(非対価要素, 混植区-単植区)

	1	随 2	伴 3	集 団 4	行和	競争力指数	
1	5.5	-0.6	-1.2	-1.2	-3.0	-1.00	
指 標 集 団	2	-0.2	4.5	-0.6	-0.2	-1.0	-0.20
3	-0.3	-0.1	5.7	-0.7	-1.1	0.24	
4	0.5	0.3	0.0	5.0	0.8	0.96	
列和	0.0	-0.4	-1.8	-2.1	-4.3		

競争力指数 = (行和 - 列和) / 3

混植区では競争効果のうち一般競争効果が有意となり、競争力について集団間に差異のあることが示された。表2には、競争ダイアレルの行和と列和を用いて算出した各集団の競争力指数を載せたが、この値が正のとき競争力が強いことを、逆に負のとき競争力が弱いことを意味する。なお、この競争力指数は分散分析における一般競争効果に相当する。競争力指数は北東部集団1と2で負となり、南西部集団3と4で正となったことから、北東部集団は競争力が弱く、南西部集団は競争力が強いことがわかる。また、分散分析の結果、一般競争効果は播種日を異にする試験との間に有意な交互作用を示さず、これら集団の競争力は個体の大きさが違っても概して安定していることがうかがえる。

相補効果では全相補効果が有意となり、また、競争ダイアレルにおける総和が負(表2)であることから、これは、供試集団全体としてみれば混植区における集団自身の得ないし損する能力が相手に損ないし得させる能力と釣り合っていないで、お互いに損することが多かったことを意味する。

考 察

本試験の結果、北海道内より収集したチモシーの自生集団間には競争力について差異があり、南西部集団は北東部集団よりも競争力の強いことが示された。南西部集団で競争力の発達が見られることは、同地域に生育する集団が共存する同種および他種との間でより厳しい競争条件にさらされてきたことを示唆している。競争条件の厳しい環境下で生育する集団にとって、競争を少しでも有利に導く生育特性を獲得することが、環境適応上大きな意義を有すると考えられる。

表3 競争ダイアレルの分散分析

要 因	自 由 度	平均平方
単植区		
試 験	2	9.06**
集 団	3	3.43
試験 x 集団	6	1.08
反 復	9	4.13**
誤 差 1	27	1.21
混植区		
競争効果		
一 般	3	6.22**
一般 x 試験	6	1.34
特 定	3	3.55
特定 x 試験	6	1.03
誤 差 2	54	1.46
相補効果		
全	1	16.74**
一 般	3	0.83
一般 x 試験	6	0.80
特 定	2	2.49
特定 x 試験	4	2.57
試 験	2	1.31
反 復	9	3.74**
誤 差 3	45	1.35

\*\* : 1%水準で有意

本試験の結果を踏まえ、これまでの一連の試験<sup>12~17)</sup>より明らかになった北東部集団と南西部集団の生育特性の適応的意義は以下のように解釈される(図3)。

季 節	春		夏		秋	冬	
	早春の 生長率	生長率	耐暑性	実生の 競争力	発芽性	生長率	耐寒性
北東部集団	低 ↓	より高 ↓	低	弱	速く斉一 ↓	低 ↓	高 ↓
適応的意義	低温、晩霜の障害回避		生育期間の短かさ補う		実生および株の越冬性向上		
南西部集団	高 ↓	高 ↓	高 ↓	強 ↓	遅い	高 ↓	低
適応的意義	共存個体との競争を有利にする						

図3 北東部集団と南西部集団における生育特性の差異とその適応的意義

北東部集団は早春の生長能力が低く、これにより不時の低温や晩霜による障害を回避している。早春の生育が遅れることで、生長が最も旺盛な節間伸長期がより好的な生育条件が整う時期に重なり、短期間の内に効率的に生長量を確保して、生育期間の短かさを補っている。秋には早くから地上部の生長を抑制するとともに耐寒性が高く、厳しい冬を生き伸びている。また、晩夏に結実した種子は速く斉一に発芽し、越冬に必要な生長量をすみやかに確保している。

一方、北東部に比較して冬の気候条件がそれほど厳しくなく、生育期間も長い南西部の集団は、実生の競争力が強いとともに春から秋まで平均して高い生長率を維持し、共存する個体との競争を有利にしている。

Grime<sup>5)</sup>は環境条件を攪乱とストレスの2つに大きく分け、それらの強弱の組合せがそこに生育する植物の進化の方向を決定づけるとし、攪乱が弱くストレスの強い環境下でストレス耐性戦略が発達し、攪乱が弱くストレスも弱い環境下で競争戦略が発達すると述べている。冬の気候条件が厳しい北東部集団で耐寒性が高く、冬の気候条件が比較的温和で生育期間の長い南西部集団で競争力が強いことから、Grimeの考え方をこれら集団に適用すると、北東部集団でストレス耐性の戦略が、南西部集団で競争戦略がそれぞれ発達しているとみなすことができる。したがって、北海道に自生するチモシーの北東部集団と南西部集団との間の気候的生態型の分化は、それら集団における適応戦略の分化として捕えられると思う。

摘 要

北海道北東部と南西部より収集したチモシーの自生集団における競争力の差異について、競争ダイアレルの方法を用いて検討した。

競争力に関して集団間に差異が認められ、南西部集団は北東部集団よりも競争力が強かった。

本試験およびこれまでの一連の試験で明らかになった北東部集団と南西部集団の生育特性について、その適応的意義を論議した。

引用文献

- 1) Cook, S. C. A., C. Lefebvre and T. McNeilly (1972) *Evolution* 26 : 366-372.
- 2) Eagles, C. F. (1972) *J. Appl. Ecol.* 9 : 141-151.
- 3) Eagles, C. F. and D. H. Williams (1971) *J. Agric. Sci., Camb.* 72 : 771-272.
- 4) Eagles, C. F. and D. H. Williams (1971) *J. Agric. Sci., Camb.* 77 : 187-193.
- 5) Grime, J. P. (1977) *Amer. Natur.* 111 : 1169-1194.
- 6) Hickey, D. A. and T. McNeilly (1975) *Evolution* 29 : 458-464.
- 7) McNeilly, T. (1967) *Heredity* 23 : 99-108.
- 8) 島本義也 (1983) 集団・行動遺伝学研究法 (大島長造編集) 共立出版 P. 57-84.
- 9) Shontz, N. N. and J. P. Shontz (1972) *J. Ecol.* 60 : 89-92.
- 10) Snaydon, R. W. (1962) *J. Ecol.* 50 : 439-447.
- 11) Snaydon, R. W. (1971) *J. Appl. Ecol.* 8 : 687-697.
- 12) 湯本 節三・島本 義也・津田 周弥 (1980) *日草誌* 26 : 243-250.
- 13) 湯本 節三・島本 義也・津田 周弥 (1982) *日草誌* 28 : 1-7.
- 14) 湯本 節三・島本 義也・津田 周弥 (1982) *日草誌* 28 : 188-194.
- 15) 湯本 節三・島本 義也・津田 周弥 (1982) *北大農邦文紀* 13 : 336-341.
- 16) 湯本 節三・島本 義也・津田 周弥 (1983) *日草誌* 29 : 38-43.
- 17) Yumoto, S., Y. Shimamoto and C. Tsuda (1984) *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 62 : 15-21.