

Coix 属の改良に関する育種学的研究 XI

栽植密度および混植によって生起する競合効果

村上道夫・藤原宏志・原田賢之

MICHIO MURAKAMI, HIROSHI FUJIWARA and KENSHI HARADA: Studies on
the breeding of genus *Coix* XI

Competitive effect due to density of planting and mix planting

摘要 *Coix* 属植物は栽植条件の変化により、形質の発現に変異を生ずることは、従来より観察されているところである。したがって、ハトムギ、ジュズダマおよび F_5 の育成優良系統に対して、栽植距離を 30cm, 60cm および 90cm として混植試験を行ない、密度および混植による形質および収量の変異を追究した。

1. 生育期間中の草丈の伸長に関しては、各供試植物とも密度効果が生育の比較的早い時期より現われ密植区ほど伸長速度が大きい。混植による競合は、ハトムギおよびジュズダマでは高稈個体による伸長促進が認められ、密植区ほどその傾向は著しい。分けつ数の増加に対する密度効果は、草丈に対するよりも顕著に現われ、各供試植物とも生育の初期より密植区の分けつは抑制され、疎植区の分けつ増加速度はきわめて大きい。また、生育期間中に現われる混植の影響は、供試植物の違いによって異なり、一定の傾向を示さない。

2. 草丈、分けつ数および乾物重の変異について分散分析を行なった結果、両親植物の全形質と F_5 系統の乾物重に、密度区間に有意差が認められる。草丈は一般に密植とともに増大し、分けつ数および乾物重は減少する。混植による競合生起の傾向は、供試植物の違いとくに草丈の長短によって異なり、さらにこれは、密度の大小によって著しく変化するため、供試植物を通じて法則性を発見することはできないが、概して両親植物の草丈は、混植によって密植区で促進、疎植区で抑制され、 F_5 系統はすべて混植によって抑制される傾向が認められる。分けつ数および乾物重においても、各供試植物とも種々の変異が認められるが、一定の傾向を示さない。概して両親植物は、混植によって負、 F_5 系統は正の競合値を示す。

3. 各供試植物とも、異なる密度区における草丈と、個体の乾物重との間には負の相関が存在し、分けつ数と乾物重との間には正の相関が認められるが、密植区における個体数の増大によって、単位面積当たりの総乾物収量は、草丈の増大する密植区がすぐれ、分けつ数の増加する疎植区がもっとも劣っている。

4. 以上の結果、育成高稈系統の栽培にあたっては、かなり密植することによって、生産性を向上させることができると考えられる。また、異型個体と混植する場合には、競合効果が植物の種類と栽植密度によって、かなり異なるので留意を要する。

I 緒 言

Coix 属植物の異なる草型の系統を、種々の程度に混植した場合、あるいは栽植距離を変化した場合に、茎葉形質にかなり著しい変異を来たすことは、圃場において容易に観察されるところである。すなわち本属

植物は、環境の変化によって生起する競合現象が比較的強いと思われる。したがって、*Coix* 属植物の適正な栽植方法を決定するためには、一応、栽植密度および混植の変化によって、形質にどのような偏倚が生起されるかということ把握することが必要である。このような見地より著者は、ハトムギおよびジュズダマ

の両植物と、その種間雑種 F_5 の高稈1系統に対して異なる栽植距離の下に単植および混植を行ない、生育経過中に現われる競合の影響と、成熟期における形質の偏倚について検討を行なった。

植物個体間に競合現象が存在することを、Clementsら(1929)が指摘してより、牧草の異種間競合や雑草との競合、さらに植物の同種内の異型個体間競合などについて多くの研究結果が報告されている。わが国においても山田(1950)、酒井(1951)などはこれに着目し、とくに山田ら(1953)は、育種における個体選抜の効果を確実にするためには、異遺伝子型個体間競合の影響の、形質による強弱を知るに止まらず、さらに競合の誘因を分析して、その機構を明らかにしなければならないとし、さらに同氏(1954)、酒井ら(1960)などによって競合現象の数理的解明も行なわれている。一方、Oka(1960)は、稲品種間雑種における競争力が、メンデル遺伝子に支配されることを示し、遺伝現象としての解明を試みようとしている。現在までのこれらの研究によって、水稲、麦およびマメ科牧草など、比較的草丈の低い植物についての競合現象は、かなり明らかにされているが、*Coix* 属植物のように2m前後の高稈個体についてはいまだ試みられていない。高稈植物の競合によって生起する形質の偏倚が、従来の研究結果と同一であるか否かは、多分に疑問なしとしない。すなわち、高稈個体の集団内では、植物の生育する立体的空間が短稈性植物に比べて大きく、植物集団内における温度、照度および日射量などの分布も異なり、したがって光競合の様相もかなり異なってくると考えられるからである。本研究は、高稈性個体集団における競合生起機構の解明を直接の目的とはしないが、以上の見地より、*Coix* 属植物における競合による形質偏倚の状況を、従来の報告と対比しつつ考察を行なった。

II 実験材料および実験方法

本実験に供試したハトムギおよびジュズダマは、1961年に培養したそれぞれの同一集団内より任意に抽出した個体より採種した。種間雑種 F_5 は、前報(村上:1965)において述べた F_4 系統中、高稈性で草丈の系統内分散の小さいNo-32系統より任意に3個体を抽出し、その混合種子によって育成した。

1962年4月16日に播種し、同年6月5日に圃場に定植した。栽植方法は、植物相互間の距離を30cm, 60cmおよび90cmの3種類(密度は m^2 あたりそれぞれ11.1本, 2.8本および1.2本)とし、供試3植物をこの3密度によって、第1図に示すように単植区と、それぞれの種が他の種によって完全に包囲されている混植区と

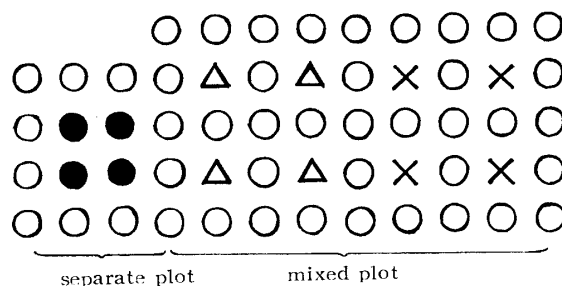


Fig. 1. The schematic representation of individual plants in separate and mixed plot.

Symbol ●, ▲ and × show individual plant measured.

を設置した。栽培管理についてはすべて慣行法に従った。形質の調査は、7月11日より4日目ごとに草丈と分けつ数を測定し、成熟期(10月8日)に調査個体を地際より刈取り、風乾後乾物重を測定し収量に対する考察を行なった。なお、各試験区の調査個体数は12である。

III 実験結果およびその考察

1. 形質の生育におよぼす栽植密度と混植の影響

(i) 草丈の伸長

第2図は各試験区における草丈の伸長状況を示したものである。

ハトムギの草丈の伸長は、同図—Aに示すように、栽植密度の変化によって草丈の伸長期間に差が認められ、密植区ほど伸長期間が長い。これは密植区の草丈を増大させる原因にもなっているが、密植区は、葉の繁茂する空間が減少することにより受光量が不足することになるが、これを補うために、上部の葉を多出しようとして自然節間伸長がうながされるものと考えられる。混植効果については、とくに60cmおよび90cmの区で F_5 系統に囲まれる場合には、生育初期より著しく伸長が抑制され、後期にやや回復するが、結果的には減少を来している。これに反し、密植区は高稈種に囲まれることによって、ハトムギの草丈は伸長を促進され、混植効果は密度によって明らかに変化することが認められる。

ジュズダマの草丈伸長に対しても、同図—Bに示すように、ハトムギとほぼ同様の傾向が認められ、密植区ほど競合が強く草丈の伸長速度を増しているが、その影響はハトムギよりもやや早い時期より現われる。混植による競合にはとくに明らかな効果が認められ、栽植密度が増すにつれて高稈の F_5 系統に囲まれるジュズダマの初期生育が促進されている。この傾向は、ハトムギにおいてもみられるが、概して F_5 系統の影響は、疎植から密植に移るにつれて、抑制から促進に

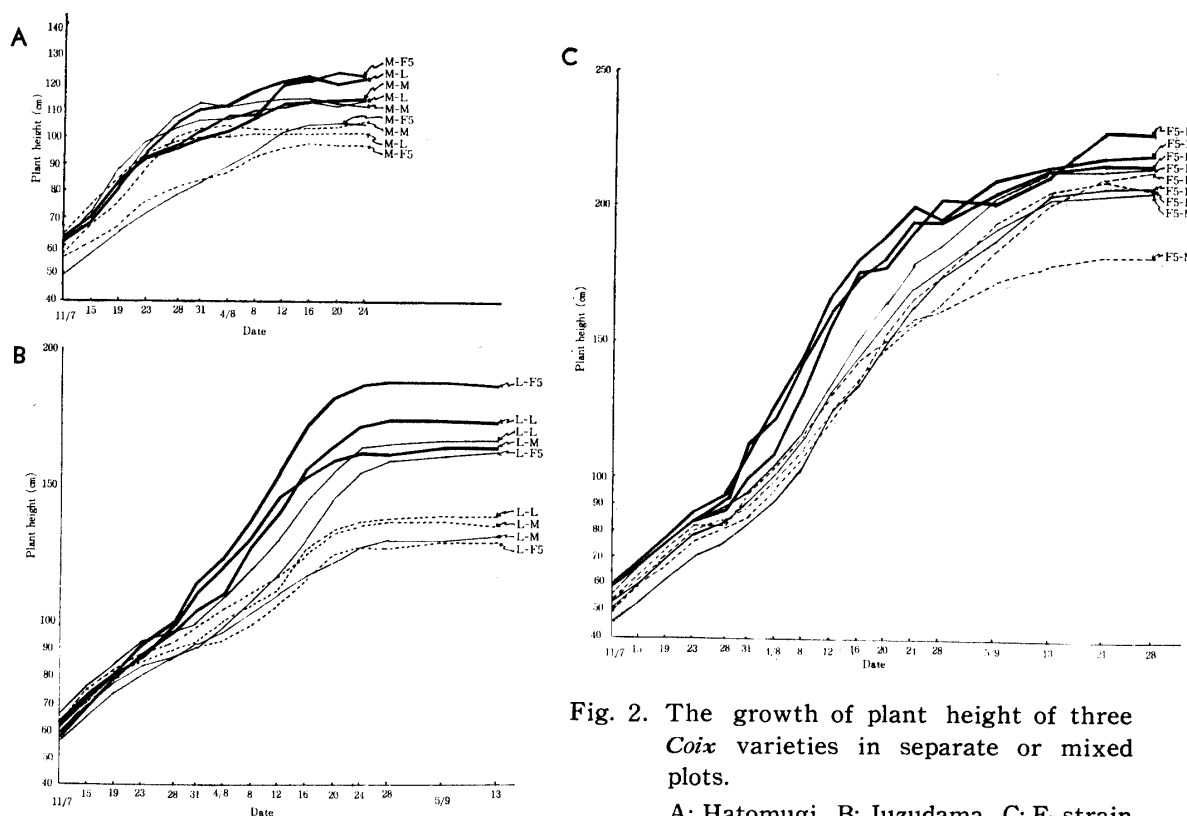


Fig. 2. The growth of plant height of three *Coix* varieties in separate or mixed plots.

A: Hatomugi, B: Juzudama, C: F_5 strain

— 30cm, ——— 60cm, 90cm (three kinds of distance between each plant). M, L and F_5 in figures are Hatomugi, Juzudama and F_5 strain respectively and the order show that variety in left is enclosed by right variety.

転換しているが、この現象は、高稈個体のもつ独自の競合効果とも考えられる。また、ハトムギは、概してジュズダマに対しては負の競合効果をおよぼしているが、生育初期における影響は顕著でない。

F_5 系統においても、同図—C に示すように、密度効果はハトムギおよびジュズダマと同様に、密植区ほど伸長速度が大きく、とくに30cm 区では生育中期における伸長が著しい。これに反し、生育経過中における混植の影響は明らかでない。ハトムギに囲まれる90cm 区の F_5 系統は、後期の草丈伸長が著しく劣っているが、概して F_5 系統は、その生育各時期にうける混植による競合の影響は、供試植物中もっとも小さいと考えられる。

(ii) 分けつ数の増加

各試験区における分けつ数の増加状況は、第3図に示すとおりである。生育後期の分けつ数の減少しているものは、虫害および風害などの二次的障害によって欠除したものである。

ハトムギの分けつは、同図—A に示すように、生育の初期より栽植密度の影響は顕著に現われ、草丈の場合とは全く逆の傾向を示し、密植ほど分けつの増加速度は劣り、かつ分けつ停止期も早い。疎植区は増加速度が大でその期間も長い。各密度区における混植の

競合効果は、必ずしも一定の傾向を示していない。

ジュズダマの分けつ増加は、同図—B に示すように密度効果による変異は、ハトムギよりもさらに明瞭であって、生育中期より各密度区の増加速度に顕著な差が認められる。とくに疎植区は、生育後期に至るまでほぼ一定の速度で分けつ数を増すが、密植区の分けつはかなり早い時期に停止している。混植による競合は各密度区ともほぼ同様の効果を示しており、ハトムギに囲まれる場合は生育初期より増加速度を減じ、概して単植の場合がもっともすぐれている。すなわち、ジュズダマは生育全期間を通じて、異種、異型植物によって負の競合を示すものと考えられる。

F_5 系統の分けつに関しても、同図—C に示すように、生育の中期より密度効果は顕著に現われ、疎植区の最高分けつ期である7月下旬には、密植区ではすでに分けつを停止しているが、この傾向はジュズダマと全く同様である。なお、60cm 区の単植区の F_5 系統は、異常分けつとみられる弱小分けつを生じたために、本区については他と比較することはできないが、疎植区においては、生育初期より異種による競合効果は正として現われ、とくに草丈の低いものに囲まれるほどその傾向は著しい。これは植物の繁茂空間の大きさ、および光競合の点より考えて当然のことである。なお

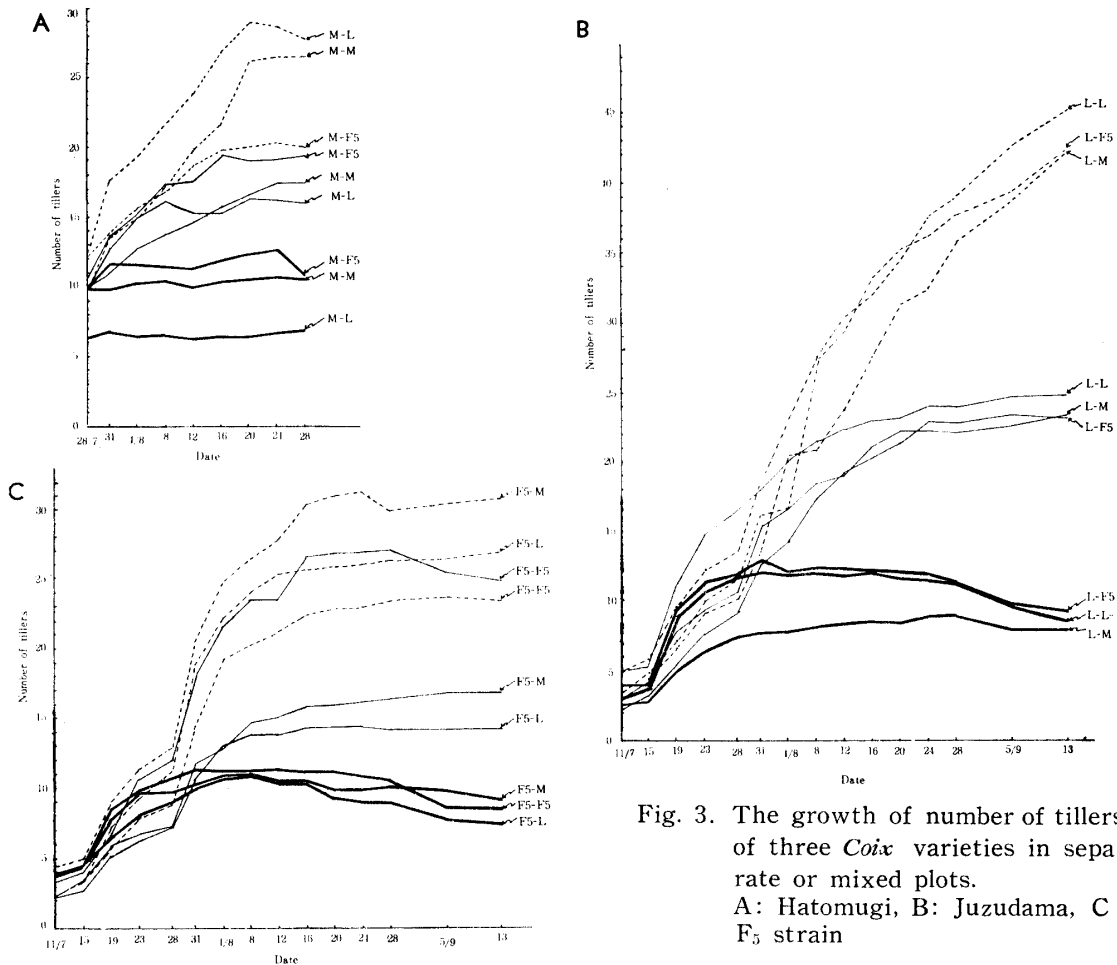


Fig. 3. The growth of number of tillers of three *Coix* varieties in separate or mixed plots.
A: Hatomugi, B: Juzudama, C: F₅ strain

密植区においては混植効果は明らかでない。

以上の結果より、草丈の伸長と分けつの増加に対する密植の影響は、全く逆の傾向として現われ、高稈小分け、短稈多分けの現象を明らかに認めることができる。これは、植物体の生育に関する形質発現の能力が環境の影響によって異なる反応を示すことを意味しており、育種試験における異型集団に環境の変異が加わる場合に、選抜操作はとくに注意して行なわなければならないことを示唆するものである。現在までの多くの報告で、混植と密度を組合せ、かつ、生育経過にしたがって競合発現の状況を実験的に追跡した報告は少ないが、山田ら(1953)は、大麦の生育中の3時期について単植区と混植区の形質を比較し、競合効果によって形質は正および負の2方向に変異するが、とくに茎数と地上部重においては、生育の初期より著しい差が現われるのに反して、草丈は混植の影響をうけにくいと述べている。この傾向は、本実験においても観察されるが、とくに生育期間中に生起する混植の効果は栽植密度によって、全く異なる発現様式をとる場合があることが以上の結果より指摘される。

2. 栽植密度および混植によって偏倚する形質の分析

各試験区の草丈と分けつ数の生育期間中における最大値、および成熟後刈り取った地上部の乾物重平均値ならびにそれぞれの分散分析の結果は、第1表～第3表に示すとおりである。また第4図～第6図は、これらの値によって、栽植密度別および混植種類別に諸形質の偏倚の様相を示したものである。一方、栽植密度の変化によっておこる諸形質の数量的増減度を考察するために、密植区(30cm区)の値を100とした比数によって表わしたのが第4表である。混植による形質間の競合値に関しては、山田ら(1953)は、単・混植区の形質値の差の単植区に対する比をもって表わしているが、本実験においても、この方法に準拠して競合値を求め、その結果を第5表に示しておいた。これらの諸結果より、各形質の偏倚について考察すれば以下のごとくである。

(i) 草丈

草丈に関する分散分析の結果は、第1表に示すように、ハトムギおよびジュズダマでは密度区間に有意差が認められるが、F₅系統では密度効果は現われない。しかし、この3植物の各合計値に対するL.S.D.(5%)

は、それぞれ 35.97, 87.21 および 49.73 であり、3 植物とも 30cm 区と 90cm 区の間には明らかに有意差を示し、本実験範囲の密度では密植化による草丈の増大は著しい。また混植区間には、各植物とも有意差を示すものはないが、 F_5 系統において、ハトムギに囲まれる場合は、単植区に比べて有意に減少している。すなわち、 F_5 系統は短稈植物によって F_5 系統自身の草丈も小となるが、ハトムギおよびジュズダマでは草型による一定の傾向が認められない。しかし、平均値間に有意差が認められない区においても、試験区によっては形質の発現にかなり大きな変異を示しており、第 4 図および第 4 表に示すように、概して各植物とも密植より疎植になるにつれて草丈は減少するが、その様相は供試植物の違いによってかなり異なっている。単植区のハトムギおよびジュズダマの草丈は、30cm 区と 60cm 区との差は少なく、90cm 区で急減しているが、 F_5 系統は逆の傾向を示している。単植区におけるこの様相は、混植することによってかなり変化し、ハトムギは、高稈種に囲まれるほど密度区間の増減割合が著しくなり、ジュズダマと F_5 系統は、短稈種に囲まれるにつれて草丈は減少している。混植による競合値は第 5 表に示すように、ハトムギに対する高稈種の影響は密度変化により明らかに正から負に変わっている。この競合値の変換から、ハトムギは異型集団内においては、競合を全くうけない個体間距離が存在するものと考えられる。ジュズダマでは、栽植密度のいかんをとわずハトムギとの間には負の競合値が存在するが、 F_5 系統との間には疎植区で負、密植区で正となり、ハトムギと同様に競合値の変換が認められる。 F_5 系統は、本実験では 3 密度区とも混植区は短稈種のみで包囲されているが、競合値はすべて負の値を示している。

以上の結果より、*Coix* 属植物の草丈は、概して密度が大となるにつれて個体間の競合がはげしくなるが、同条件下に異型の種がその周囲にあるときは、その草丈の長短によって異なる反応を呈し、競合効果が全く違った形で現われる。しかもこの傾向は、ハトムギやジュズダマのように草丈の低い植物において著しく、この両植物は、草丈競合について F_5 系統よりも変動しやすいと考えられる。各供試植物間に存在するこのような特長的な変異は、もちろん遺伝子構成の差に起因するものではあるが、上述の偏倚の傾向は、同種内の異型個体間競合に近く、地上および地下部の光や養分に対する競合が、異型個体によって著しく偏倚されるものと考えられる。

(ii) 分けつ数

分けつ数に関する分散分析の結果は第 2 表に示すと

おりであるが、各植物とも混植区間には有意差は認められない。密度区間には草丈と同様に、ハトムギおよびジュズダマで有意差が認められ、密植区の分けつ数は著しく減少している。 F_5 系統においては、60cm 単植区の異常分けつによって誤差分散が著しく大きくなるために、有意差が認められないが、その L.S.D. より、ハトムギの疎密区間、ジュズダマの各密度区間には顕著な差が認められる。第 5 図および第 4 表に示すように、各供試植物とも疎植区ほど分けつ数は増加しているが、その増加割合はジュズダマがもっとも大きく、各混植区とも密植区に対し 60cm 区で約 2 倍、90cm 区で 3~4 倍に増加している。また、ハトムギと F_5 系統の疎植区では、混植の種類による分けつ数の変異は大きい。一方、混植による競合値は第 5 表に示すように、供試植物の違いによってかなり差異が認められる。すなわちハトムギは、60cm 区以上の密植ではジュズダマによって負、 F_5 系統によって正の競合値を示しているが、疎植区ではこの関係は逆になっている。この原因は本実験では明らかにすることはできないが、これによって直ちにジュズダマと F_5 系統の、ハトムギに対する競合には本質的な差異が存在すると解することはできない。一方ジュズダマは、ほとんどの区が負の競合値を示しているが、その値は比較的小さい。 F_5 系統に関しては、上述の異常分けつ区を除けば、密植区は短稈性植物によってほとんど変化を受けないが、疎植区においては正の強い競合値が認められる。

以上の結果、分けつ数に対する異型個体の競合は、供試植物の違いおよび密度の変化に関連して、かなり異なる反応を示すが、これは分けつ自身が草丈に比べて、環境の小さい変化にも変動しやすいために、栽植地の局地的変化によって不規則な反応を示すためと考えられる。その競合値の増減程度より、概して分けつ数の競合効果は草丈よりも大きい。これは山田ら (1953) の結果と全く同様である。

(iii) 乾物重

各試験区における調査個体の乾物重の分散分析の結果は第 3 表に示すとおりである。密度区には各供試植物とも有意差を示し、その L.S.D. より密度相互間にも、ほとんどの区間に有意差が認められ、草丈および分けつ数に比べて密度効果は乾物重にもっとも強く現われている。また、第 6 図および第 4 表によれば、各供試植物とも疎植区ほど乾物重の増加は著しいが、ジュズダマおよび F_5 系統の単植区は、60cm と 90cm の両区ではほとんど増減を示さないが、混植区では高稈種になるほど、概して密度効果の現われ方は著しい。

一方、各供試植物とも混植区間には有意差が認めら

Table 1. The mean of plant height in separate or mixed plots with three kinds of distance between each plant and analysis of variance on the data.

Distance(cm) Combination	Hatomugi				Total	Distance(cm) Combination	Juzudama			
	30	60	90				30	60	90	Total
M-M	114.0	114.6	106.7		335.3	L-L	174.9	167.9	139.8	482.6
M-L	122.4	114.2	102.4		339.0	L-M	164.6	133.4	138.0	436.0
M-F ₅	123.6	106.3	98.8		328.7	L-F ₅	189.0	163.1	130.9	483.0
Total	360.3	335.1	307.9		1003.1	Total	528.5	464.4	408.7	1401.9

M, L and F₅ in table are Hatomugi, Juzudama and F₅ strain respectively and the order show that variety in left is enclosed by right variety.

Analysis of variance

Source of variation	Hatomugi				Source of variation	Juzudama			
	S.S.	D.F.	M.S.	F		S.S.	D.F.	M.S.	F
Combination	18.15	2	9.075		Combination	486.75	2	243.375	1.48
Distance	452.69	2	226.345	8.11*	Distance	2395.93	2	1197.965	7.30*
Error	111.70	4	27.925		Error	656.08	4	164.020	
Total	582.54	8			Total	3438.76	8		
L. S. D. (5%)=35.97, L. S. D. (1%)=59.52					L. S. D. (5%)=87.21, L. S. D. (1%)=144.30				

* Significant at the 5% level.

Table 2. The mean of number of tillers in separate or mixed plots with three kinds of distance between each plant and analysis of variance on the data.

Distance(cm) Combination	Hatomugi				Total	Distance(cm) Combination	Juzudama			
	30	60	90				30	60	90	Total
M-M	10.9	17.5	26.2		54.6	L-L	12.3	24.7	45.3	82.3
M-L	7.8	16.4	30.2		54.4	L-M	8.9	23.8	42.2	74.9
M-F ₅	12.7	19.8	20.7		53.2	L-F ₅	12.9	23.6	42.3	78.8
Total	31.4	53.7	77.1		162.2	Total	34.1	72.1	129.8	236.0

Analysis of variance

Source of variation	Hatomugi				Source of variation	Juzudama			
	S.S.	D.F.	M.S.	F		S.S.	D.F.	M.S.	F
Combination	0.39	2	0.195		Combination	9.14	2	4.570	2.59
Distance	348.15	2	174.075	10.98*	Distance	1547.98	2	773.990	438.52**
Error	63.42	4	15.855		Error	7.06	4	1.765	
Total	411.96	8			Total	1564.18	8		
L. S. D. (5%)=27.11, L. S. D. (1%)=44.85					L. S. D. (5%)=9.04, L. S. D. (1%)=14.95				

** Significant at the 1% level.

* Significant at the 5% level.

F ₅				
Distance(cm)	30	60	90	Total
Combination				
F ₅ -F ₅	228.2	215.5	213.8	657.5
F ₅ -M	215.1	205.9	182.9	603.9
F ₅ -L	220.5	208.7	210.4	639.6
Total	663.8	630.1	607.1	1901.0

F ₅				
Source of variation	S.S.	D.F.	M.S.	F
Combination	496.43	2	248.215	4.66
Distance	542.18	2	271.090	5.09
Error	213.21	4	53.303	
Total	1251.82	8		

L. S. D. (5%) = 49.73, L. S. D. (1%) = 82.29

F ₅				
Distance(cm)	30	60	90	Total
Combination				
F ₅ -F ₅	11.0	29.5	19.5	60.0
F ₅ -M	10.8	16.7	31.7	59.2
F ₅ -L	10.9	14.4	23.5	48.8
Total	32.7	60.6	74.7	168.0

F ₅				
Source of variation	S.S.	D.F.	M.S.	F
Combination	26.03	2	13.015	
Distance	304.57	2	152.290	3.32
Error	183.73	4	45.933	
Total	514.34	8		

L. S. D. (5%) = 46.15, L. S. D. (1%) = 76.36

れない。ハトムギの混植区は、いずれも高稈種によって包囲されており、その競合値は第5表に示すようにいずれも負であり、かつ高稈種に囲まれるほどその影響は大きい。すなわち、ハトムギの収量に関しては、混植は明らかに減退効果を示すものと考えられる。ジュズダマにおいても、60cm区以上の密植区では、混植個体の草丈の長短にかかわらず負の競合値を示している。しかし、90cmの疎植区では、短稈種のハトムギに囲まれる場合には正の値を示しているが、これは茎葉形質が繁茂することによって、乾物重の増大を来たす結果であると考えられる。一方、F₅系統においては、単植区の60cm区でかなり高い乾物重を示すために、本密度区では混植区はいずれも負の競合値を示しているが、本区は前述の異常分けつ個体によって、乾物重平均値の増大を示したものであり、比較の正確な基準とはなりえない。本区を除外すれば、F₅系統単植区に比べて、密度の疎密にかかわらず短稈種との混植は乾物重の増加をもたらしている。すなわち短稈種は、F₅系統の葉の生成を阻害することが少なく、したがって高い乾物重を示すものと考えられる。

以上の結果、乾物重に関しては、密度効果はほぼ分けつ数における場合に類似し、混植効果もハトムギ以外は分けつ数の場合に類似している。これは異型個体集団で栽植密度が変化する場合には、分けつ数は草丈よりも茎葉生産量の増減に強く関係することを示すものと思われる。

以上のように、3形質の変異の様相から、*Coix*属植物の異種、異型植物の混植による競合の生起が、密度効果によって著しく変化することが確認されたが、競合は、定義的には混植区における形質表現型が、単植区に対して示すひずみとして解する(山田ら: 1953)ことが妥当であり、栽植密度による形質の変異は、正常型集団の単植区についてもみられることから、これによって生ずる表現型のひずみは密度効果の問題として考えるべきである。ただ、山田ら(1953)は大麦で、直立型と匍匐型の単型間競合には、その異型そのものが、地上部および地下部の光や養分の競合における不利を支配する内的条件となることを指摘している。

*Coix*属において高稈性と短稈性の差異が、競合に対する本質的な優劣を決定するかどうかは、さらに今後の研究にまたなければならないが、本実験の結果では概して高稈性は短稈性に比べて競合能力がすぐれている。さらに山田(1953)は、赤クローバーで、密植と疎植による形質の変異を追究し、草丈は栽植密度によって著しい変化は認められないが、地上部重は疎植区が大きく、その変異は逆に密植区ほど大きいとしている。*Coix*属では、草丈、分けつ数および乾物重の3

Table 3. The mean of dry matter weight in separate or mixed plots with three kinds of distance between each plant and analysis of variance on the data.

Distance(cm)	Hatomugi				Distance(cm)	Juzudama			
	30	60	90	Total		30	60	90	Total
M-M	89.4	213.2	308.6	611.2	L-L	142.6	386.9	405.1	934.6
M-L	45.0	162.5	285.7	493.2	L-M	139.8	219.4	454.4	813.6
M-F ₅	53.2	121.3	193.8	368.3	L-F ₅	131.9	226.9	344.4	703.2
Total	187.6	497.0	788.1	1472.7	Total	414.3	833.2	1203.9	2451.4

Unit of each number in table is gr.

Analysis of variance

Source of Variation	Hatomugi				Source of variation	Juzudama			
	S.S.	D.F.	M.S.	F		S.S.	D.F.	M.S.	F
Combination	9836.05	2	4918.025	6.78	Combination	8930.57	2	4465.285	1.18
Distance	60118.65	2	30059.325	41.44**	Distance	104040.43	2	52020.215	13.77*
Error	2901.16	4	725.290		Error	15106.84	4	3776.710	
Total	72855.86	8			Total	128077.84	8		
L. S. D. (5%) = 183.4, L. S. D. (1%) = 303.5					L. S. D. (5%) = 418.45, L. S. D. (1%) = 692.39				

** Significant at the 1% level.

* Significant at the 5% level.

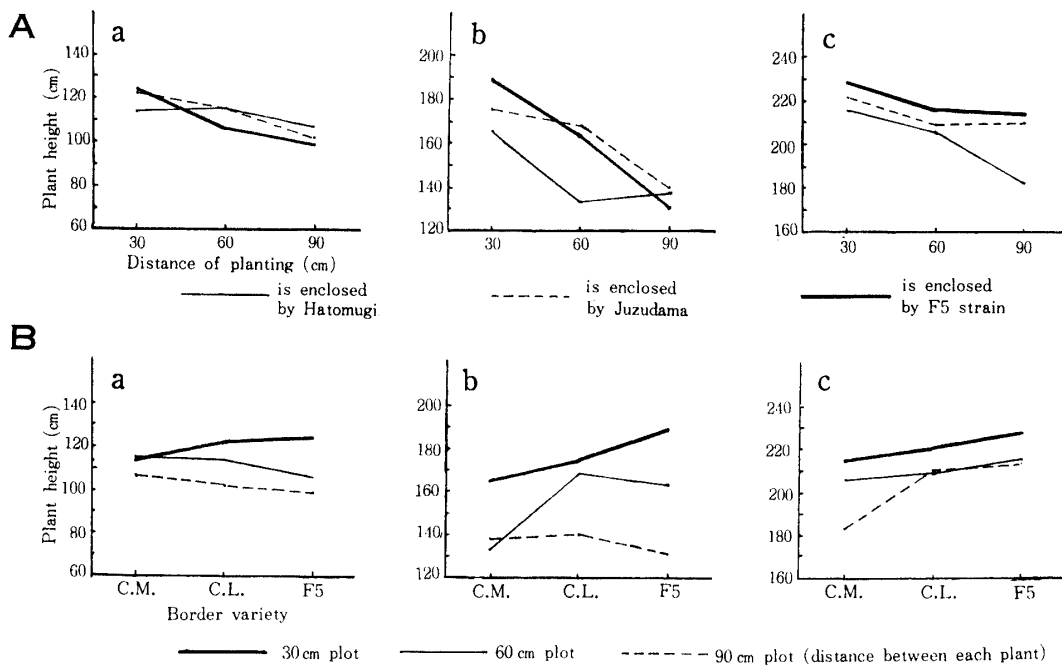


Fig. 4. The variation of mean of plant height due to change of density of planting and mix planting.

A: in change of density of planting. B: in change of mix planting.

a : Hatomugi, b: Juzudama, c: F₅ strain

C. M. and C. L. show Hatomugi and Juzudama respectively.

F ₅				
Distance(cm)	30	60	90	Total
Combination				
F ₅ -F ₅	195.0	810.4	775.0	1780.4
F ₅ -M	425.7	735.0	1130.1	2290.8
F ₅ -L	298.8	507.6	1012.5	1818.9
Total	919.5	2053.0	2917.6	5890.1

F ₅				
Source of variation	S.S.	D.F.	M.S.	F
Combination	53853.33	2	26926.65	1.22
Distance	669417.66	2	334708.83	15.22*
Error	87985.45	4	21996.36	
Total	811256.44	8		

L. S. D. (5%) = 1009.95, L. S. D. (1%) = 1671.13

形質とも密度変化による変異は著しい。とくに草丈におけるクローバーとの異なる現象は、高稈植物の密度効果の特長的なものではないかと考えられる。

3. 草丈および分けつ数と乾物重との関係

栽植密度の変化によってもたらされる草丈の増減は、個体の乾物重の増減とは逆の関係にあることが、上述の結果より明らかである。これをさらに検討するために、草丈および分けつ数が、個体収量にいかに関与するかを相関関係によって考察した。供試植物別に各密度区の混植種類ごとの平均値によって相関係数を求めた結果は第6表に示すとおりである。試験区数も少なく、相関係数に有意性を認めないものもあるが、草丈と個体乾物重との間には、各供試植物とも -0.5以上の負の相関を示し、高稈個体ほど乾物重は減少することを表わしている。これに反し、分けつ数との間には 0.8以上の正の有意相関が認められる。このことは、個体重の増加に対しては、分けつ数の増加が直接関係し、一方、草丈については、短稈個体ほど高収量であることを意味している。著者は、さきに種間雑種において、草丈の種々異なる F₂ 集団で、草丈と個体生体重との間に高い遺伝相関が存在し、したがって選抜にあたっては、高稈個体を選抜することによって、

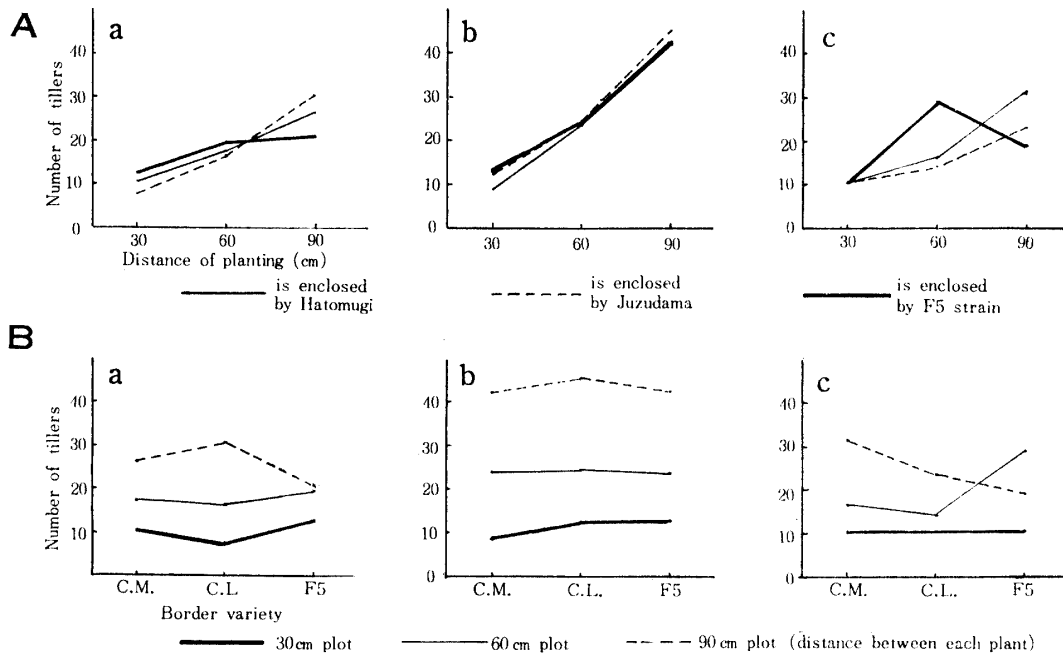


Fig. 5. The variation of mean of number of tillers due to change of density of planting and mix planting.

A: in change of density of planting. B: in change of mix planting.

a: Hatomugi, b: Juzudama, c: F₅ strain

C. M. and C. L. show Hatomugi and Juzudama respectively.

Table 4. The quantitative difference of measured characters of Hatomugi, Juzudama and F₅ strain arised from the change of density of planting.

Character	Hatomugi				Juzudama			
	Distance(cm)	30	60	90	Distance(cm)	30	60	90
	Combination				Combination			
Plant height	M-M	100.0	100.5	93.6	L-L	100.0	96.0	79.9
	M-L	100.0	93.3	83.7	L-M	100.0	81.0	83.8
	M-F ₅	100.0	86.0	79.9	L-F ₅	100.0	86.3	69.3
Number of tillers	M-M	100.0	160.6	240.4	L-L	100.0	200.8	368.3
	M-L	100.0	210.3	387.2	L-M	100.0	267.4	474.2
	M-F ₅	100.0	155.9	163.0	L-F ₅	100.0	182.9	327.9
Dry matter weight	M-M	100.0	238.5	345.2	L-L	100.0	271.3	284.1
	M-L	100.0	361.1	634.9	L-M	100.0	156.9	325.0
	M-F ₅	100.0	228.0	364.3	L-F ₅	100.0	172.0	261.1

Each number show the ratio based on the mean in 30cm plots.

Table 5. The competitive values of measured characters of Hatomugi, Juzudama and F₅ strain in each density plots of planting.

Character	Hatomugi				Juzudama			
	Distance(cm)	30	60	90	Distance(cm)	30	60	90
	Combination				Combination			
Plant height	M-L	+7.37	-0.35	-4.03	L-M	-5.89	-20.19	-1.29
	M-F ₅	+8.42	-7.24	-7.40	L-F ₅	+8.09	-2.86	-6.37
Number of tillers	M-L	-28.44	-6.29	+15.27	L-M	-27.64	-3.64	-6.84
	M-F ₅	+16.51	+13.14	-20.99	L-F ₅	+4.88	-4.45	-6.62
Dry matter weight	M-L	-49.66	-23.78	-7.42	L-M	-1.96	-43.29	+12.17
	M-F ₅	-40.49	-43.11	-37.20	L-F ₅	-7.50	-41.35	-14.98

Competitive-value in per cent = $\frac{(\text{Mean value in a mixture}) - (\text{Mean value in a separate lot})}{\text{Mean value in a separate lot}}$ (Yamada et al.: 1953)

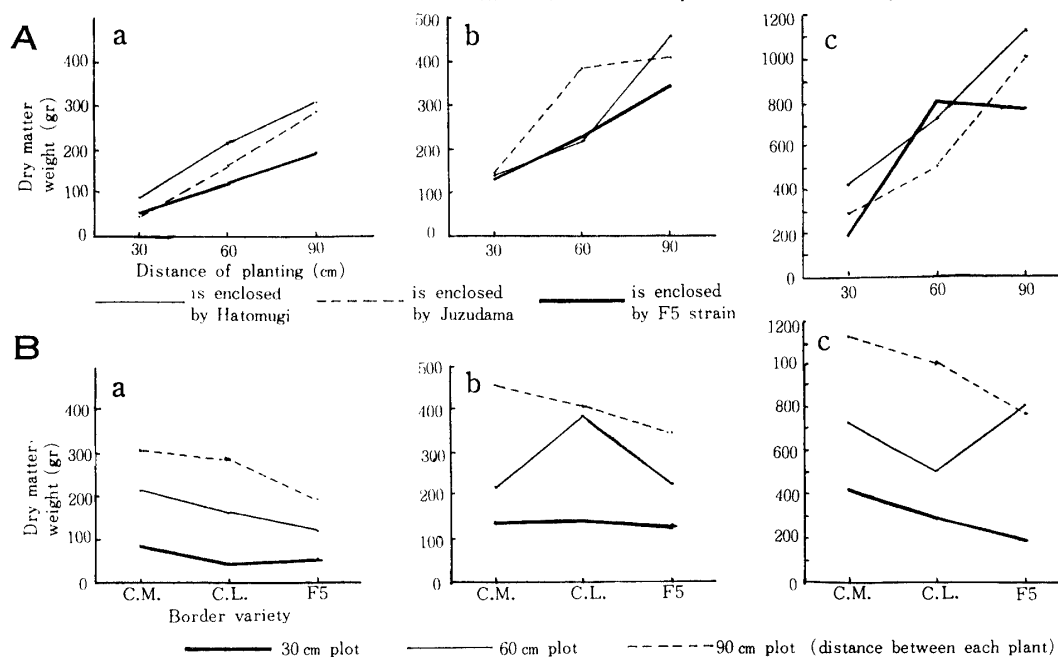


Fig. 6. The variation of mean of dry matter weight due to change of density of planting and mix planting.
 A: in change of density of planting. B: in change of mix planting.
 a: Hatomugi, b: Juzudama, c: F₅ strain. C. M. and C. L. show Hatomugi and Juzudama respectively.

F ₅			
Distance(cm)	30	60	90
F ₅ -F ₅	100.0	94.4	93.7
F ₅ -M	100.0	95.7	85.0
F ₅ -L	100.0	94.6	95.4
F ₅ -F ₅	100.0	268.2	177.3
F ₅ -M	100.0	154.6	293.5
F ₅ -L	100.0	132.1	215.6
F ₅ -F ₅	100.0	415.6	397.4
F ₅ -M	100.0	172.6	265.5
F ₅ -L	100.0	169.9	338.9

F ₅			
Distance(cm)	30	60	90
F ₅ -M	-5.74	-4.45	-14.45
F ₅ -L	-3.37	-3.16	-1.59
F ₅ -M	-1.82	-43.39	+62.56
F ₅ -L	-0.91	-51.19	+20.51
F ₅ -M	+118.31	-9.29	+45.82
F ₅ -L	+53.23	-37.36	+30.65

Table 6. The correlation coefficient between dry matter weight per individual plant or total dry matter weight produced in 1 a and plant height or number of tillers.

Character	Dry matter weight per individual plant		Total dry matter weight produced in 1 a	
	Plant height	No. of tillers	Plant height	No. of tillers
Hatomugi	-0.634	0.996**	0.556	-0.608
Juzudama	-0.563	0.900**	0.706*	-0.876**
F ₅	-0.802**	0.875**	0.380	-0.466

** Significant at the 1% level.

* Significant at the 5% level.

合能力は、施肥の量によっても変化する(酒井ら: 1958)ので、今後はさらに、施肥量との組合せの下に適切な栽植様式を究明しなければならない。

引用文献

1) Clements, F. E., J. E. Weaver and H. C. Hanson (1929) : Plant Competition (Wash.).

多収性系統を育成しうることを指摘し(村上: 1961), 実際に F₃~F₅ 世代において高稈選抜を行ない, 多数の高稈多収系統を獲得することができた(村上ら: 1964, 村上: 1965). しかし, 雑種育成試験と本実験とは根本的に異なる. すなわち, 前者の場合は遺伝的変異であり, 後者の場合は非遺伝的変異であるので, その間に違いの認められるのも当然のことである.

以上の結果, 密植区の高稈個体の乾物重は著しく減少することが認められたが, 一方, 栽植個体数は密植区ほど増大するために, 単位面積当たりの収量は, 個体乾物重×栽植個体数によって決定されることになる. したがって, この関係を検討するために, 個体乾物重平均をもって単位面積(a)当たりの乾物生産量に換算し, これと草丈および分けつ数との相関を求めた. 第6表に示すように, 3植物とも草丈とは正の相関を, 分けつ数とは負の相関を示している. これは密植区の総収量が, 疎植区に比べて著しく大きいこと, すなわち, 密植によって生起する非遺伝的な高稈性個体は, 個体重は減少するが, 栽植個体数の増大によって結果的には生産性の向上をもたらすことを意味している. なお, 30cm 区以上の密植区については, 草丈および収量について予測することはできないが, 植物体を極端な密植状態におく時は, 諸形質の生育は当然抑制され, その結果, 単位面積当たりの収量も減少すると考えられる. したがって, 育成系統の利用上, 最大限の生産量を獲得しうる限界栽植密度を決定することは, 今後の課題としてとくに重要である. 一方, 競

2) 村上道夫(1961): *Coix* 属の改良に関する育種学的研究. V. ハトムギとジュズダマの雑種 F₂ における遺伝的分離. 京都府大学報, 農, 13: 1-9.
 3) ————・米沢梅太郎・原田賢之(1964): 同上. IX. ハトムギとジュズダマの雑種 F₃ 系統における形質の変異と遺伝力. 京都府大学報, 農, 16: 1-10.

- 4) 〃〃〃 (1965) : 同上. X. ハトムギとジュズダマの雑種 F_4 および F_5 世代における高稈系統の選抜効果. 京都府大学報, 農, **17**: 1—14.
- 5) Oka, H. (1960) : Variation in Competitive Ability among Rice Varieties. (Phylogenetic Differentiation in Cultivated Rice XIX). 育雑, **10**: 61—68.
- 6) 酒井寛一 (1951) : 植物育種における選択の意義に関する実験的研究. 第2報. 1本植されたイネの生産力は異型の隣株によってどのような影響をうけるか?. 日作紀, **20**: 157—160.
- 7) 〃〃〃・井山審也 (1958) : 陸稲と「赤米」の競争力に対する肥料の影響 (講演要旨). 育雑, **8**: 52.
- 8) 〃〃〃〃〃〃〃・奥野忠一・井山審也 (1960) : 植物の競争の統計学的研究(講演要旨). 育雑, **10**: 129.
- 9) 山田豊一 (1950) : 雑種初期世代における異遺伝子型間の競合. 育種研究, **4**: 47—60.
- 10) 〃〃〃〃〃〃〃・堀内慎一 (1953) : 競合による非遺伝的変異の生起機構に関する研究. 第1報. 大麦における異遺伝子型個体間競合による正常表現型のひずみとその機構. 育雑, **2**: 159—172.
- 11) 〃〃〃〃〃〃〃・〃〃〃〃〃〃〃 (1953) : 同上. (第II報). 大豆における異品種個体間競合による表現型のひずみとその機構. 育雑, **3**: 9—16.
- 12) 〃〃〃〃〃〃〃 (1953) : 同上. (第III報). 赤クローバ個体群における競合による変異の拡大. 育雑, **3**: 17—22.
- 13) 〃〃〃〃〃〃〃 (1954) : 同上, VII. 競合による変異生起の数理学的検討(講演要旨). 育雑, **10**: 129.

Summary

The present paper deals with the investigation on the competitive effect of some morphological characters of the genus *Coix* due to the change in environmental condition of culture.

To investigate the non-genetical variation of characters of plants belonging to the genus *Coix*, the present writer cultured Hatomugi (*Coix Ma-yuen* Roman.), Juzudama (*Coix Lacryma-Jobi* L.) and F_5 strains bred with view to tallness in mix planting with three kinds of distance between each plant (30, 60 and 90 cm) and considered the variation of characters due to these conditions. Generally plant height, number of tillers and dry matter weight vary very much with the density of planting. That is to say, plant height increases considerably with dense planting while number of tillers and dry matter weight decreases remarkably. The variation of these characters due to density

of planting changes its aspect again with mix planting and difference of kind of mixed plant have influence on the effect. Meanwhile the effect of mix planting is not so great as the effect of density. Interspecific difference of characters can not be clearly recognized in mix planting field, but generally speaking, short culm species are liable to be influenced by tall species. Though dry matter weight decreases by dense planting, harvest becomes larger as number of cultured plant increases remarkably. So the most effective method to high yield is to increase number of plant by means of comparatively dense planting. But before settling this matter, we must analyze the change of chemical composition of feed due to the change of characters and determine the best method of cultivation to enrich the component useful as fodder crop.