

無限伸育型ダイズの節間伸長について

梅崎輝尚*

(宮崎大学)

要旨:無限伸育型ダイズの節間の伸長経過と生育特性を明らかにするため、宮崎大学農学部附属農場において3カ年にわたり栽培実験を行った。無限伸育型5品種を供試し、有限伸育型品種と比較した。有限伸育型品種が開花後10日目までに主茎節間の伸長が止まったのに対して、無限伸育型品種では開花後も約1カ月間にわたり主茎における出葉ならびに伸長が認められ、主茎長、主茎節数とも有限伸育型品種に比べて大きかった。主茎および主茎各節間はそれぞれS字カーブを描いて伸長し、節間長は第1節間が比較的長く、第3節間が短く、第1節間を除く最長節間が主茎頂部から数節間となるパターンが無限伸育型品種においても確認された。また、主茎節間には有限伸育型品種と同様に第N節間の伸長最盛期は第N+2葉期、伸長停止期は第N+4葉期で表わされる関係の存在することが明らかとなった。主茎の節間伸長に関する規則性や各器官と主茎の出葉との同伸性が伸育型にかかわらず普遍性を持つことから、ダイズの草型の制御には伸育型を問わずにこれらの規則性を活用することが可能であると考えられる。

キーワード:出葉、節間、節間伸長、節間長、ダイズ、同伸性、無限伸育型。

ダイズには大きく分けて、主茎や分枝の頂端部に花芽分化・開花がみられ、頂端花房出現後は出葉のみられない有限伸育型と、腋芽においてのみ花芽分化・開花がみられ、頂端部では出葉を続ける無限伸育型の2つの伸育型が存在する。開花期間が長く補償作用の大きな無限伸育型品種は、我が国では栽培環境の不安定な地域で栽培がわずかに残っているが、開花が揃わず莢の成熟もばらつきやすいため、農作業の集約化や機械化の進んだ地域ではほとんど有限伸育型品種だけが栽培されている。そのため、生育期間が十分に確保できる西南暖地においては、近年育成された品種は全て有限伸育型品種である。

ところで、ダイズの物質生産や収量に直接関わる草姿の決定や、倒伏の有無に重要な影響を及ぼす主茎および主茎を構成する節間の伸長についていくつかの報告(鳥越ら1981, 中村ら1986, 梅崎・松本1989a, b, 梅崎1990a)がみられるが、その供試品種のほとんどは有限伸育型であり、無限伸育型品種についての研究はわずかである(Nagata 1960, 梅崎・松本1989a)。

本研究では我が国の在来種やタイの育成種から選んだ無限伸育型数品種を供試して、伸長特性ならびに生育特性を明らかにするため主茎節間の伸長経過について詳細な観察を行い、有限伸育型品種の伸長経過と比較検討を行った。

材料と方法

1. 栽培方法

宮崎大学農学部附属農場において、1993年から1995年まで3カ年にわたりダイズの栽培実験を行った。供試品種は四国および九州地方在来の畿内徳島2号、小無田、鍋島とタイで育成されたSJ 5, Chiang Mai 60の無限伸育型5品種と、比較として九州地方の主要秋ダイズ品種である有限伸育型のフクユタカを用いた。化成肥料(N-P₂O₅-K₂O:3-10-10) 8gと消石灰5gを混和した水田土を充填した

2,000分の1アールワグネルポットを用い、3カ年とも7月3日に播種を行った。1ポット当り6粒を播き、出芽後間引いて播種後7日目に2本立て、14日目に1本立てとした。各品種6ポットとした。

2. 調査方法

播種後14日目より1日置きに主茎の全節間について節間長を測定した。開花日、成熟日については個体毎に調べた。また、主茎の出葉経過については出芽直後より毎日調査を行った。収穫後に主茎各節間の節間長を測定するとともに分解調査を行った。なお、調査は既報(梅崎・松本1989b)に準じて、子葉を第1葉、初生葉を第2葉、第1本葉を第3葉、子葉節を第1節、初生葉節を第2節、子葉節と初生葉節の間の節間を第1節間とし、順次求頂的に葉位、節位、節間位を定め、本葉については中央小葉長が8mmに達した時をもって出葉とした。

結 果

供試した無限伸育型品種に早晩の違いはみられたが、いずれの品種も同様な伸長経過、生育特性を示した。

1. 生育経過

供試した6品種の1995年の生育経過を第1表に示した。いずれの品種も播種後3ないし4日で出芽揃となり、以後順調に生育した。開花は畿内徳島2号、小無田が早く、SJ 5が遅かった。開花の早い品種ほど成熟も早かったが、大粒種の鍋島は開花から成熟までの結実日数が比較的長かった。

2. 生長諸形質と主茎節間長

無限伸育型品種は開花期の早晩にかかわらず、5品種とも主茎節数が20を超えた。また、主茎長も大きく、有限

第1表 生育経過 (1995年).

品 種	出芽揃	開花期	成熟期
畿内徳島2号	7月6日 (3)	8月1日 (29)	10月9日 (98)
小 無 田	7月7日 (4)	8月6日 (34)	10月9日 (98)
鍋 島	7月6日 (3)	8月14日 (42)	11月8日 (128)
S J 5	7月6日 (3)	8月21日 (49)	11月4日 (124)
Chiang Mai 60	7月6日 (3)	8月12日 (40)	10月28日 (117)
フクユタカ	7月6日 (3)	8月10日 (38)	10月27日 (116)

() は播種後日数を示す.

伸育型のフクユタカを著しく上回った. 分枝数はフクユタカに比べてやや少ない傾向がみられたが, 下位節において比較的長い分枝が多くみられた. 茎重はフクユタカと同程度が大きかった. また, 一株粒重はフクユタカと同程度が小さかった (第2表).

畿内徳島2号, 小無田, Chiang Mai 60 と有限伸育型のフクユタカの4品種の1995年の主茎節間長を第1図に示した. 主茎節間数に差はみられたが, いずれの品種においても第1節間が比較的長く, 第3節間が短く, 第1節間を除く最長節間が主茎頂部から数節間のところにみられるパターンが認められた.

主茎節間長の年次変動をみるため, 第2図には畿内徳島

2号とフクユタカの3ヵ年の主茎節間長を示した. 無限伸育型品種の畿内徳島2号は, 多雨寡照で経過した1993年には主茎節間数が少なく, 下位節間が徒長する傾向がみられたのに対して, 高温条件下で生育した1994年, 1995年には主茎節間数が増加したが, 節間長のパターンに変化はみられなかった. 一方, 有限伸育型品種フクユタカでは主茎節間数の変動も少なく, パターンにも変化はみられなかった.

3. 主茎と主茎節間の伸長経過

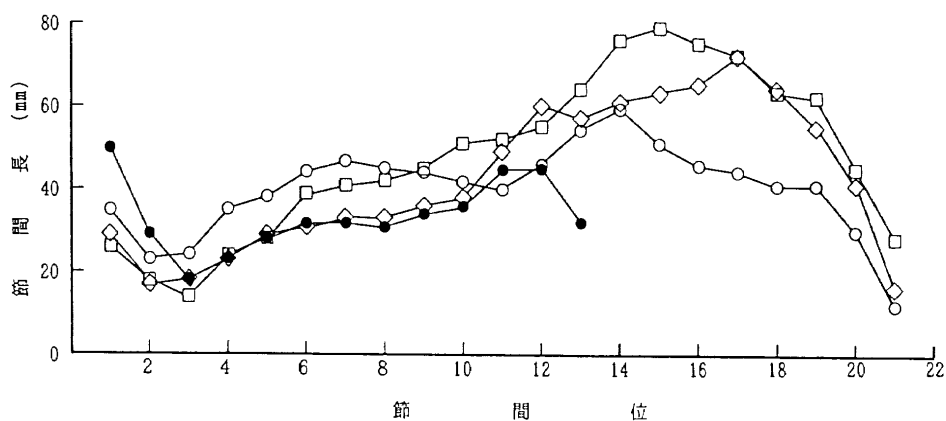
畿内徳島2号, 小無田, Chiang Mai 60 と有限伸育型のフクユタカの主茎の伸長経過を第3図に示した. いずれの品種もS字カーブを描いて伸長したが, 有限伸育型のフクユタカが開花後10日前後で伸長を終えたのに対して, 無限伸育型品種は開花後も約1ヵ月間にわたり伸長を続けた.

無限伸育型の畿内徳島2号と有限伸育型のフクユタカの各節間の伸長経過について第4図に示した. 両品種には同様な伸長経過がみられ, いずれの節間もS字カーブを描いて伸長した. 節間伸長における節間相互の関係を明らかにするため, 各節間の伸長最盛期と伸長停止期を求め, その回帰式と相関係数を第3表に示した. いずれの品種においても主茎節間の伸長最盛期, 伸長停止期を表す回帰式は傾きがほぼ1であり, そのy切片は伸長最盛期で約2, 伸長停止期で約4であった.

第2表 生長諸形質 (1995年).

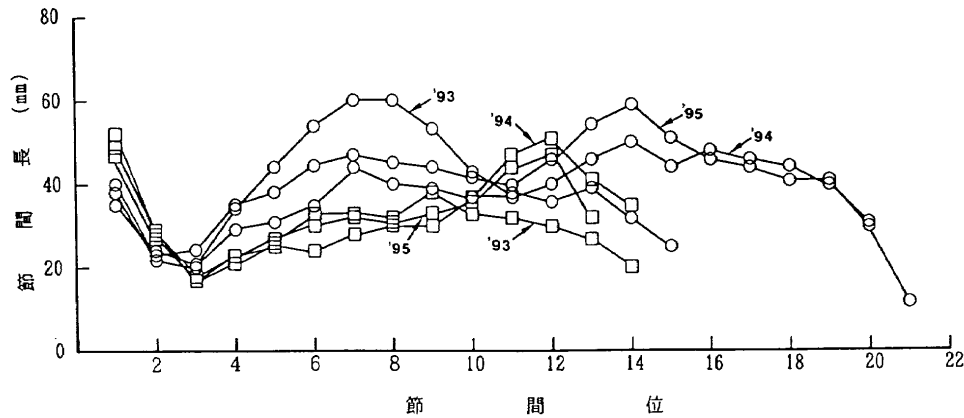
品 種	主 茎 長 (cm)	主茎節数	分 枝 数	茎 重 (g)	一株粒重 (g)
畿内徳島2号	80.2 c	21.7 b	10.5 bc	14.5 a	45.1 b
小 無 田	98.6 d	23.8 cd	10.3 b	15.9 a	39.2 a
鍋 島	73.4 b	25.5 e	12.0 cd	26.8 c	54.4 cd
S J 5	95.3 d	22.5 bc	11.5 bc	29.9 d	47.9 b
Chiang Mai 60	94.3 d	23.7 d	8.3 a	20.0 b	50.9 bc
フクユタカ	42.8 a	13.8 a	13.2 d	16.7 a	59.6 d

値は6個体の平均値を示す. 同一記号の付いた値間には5%水準の有意差がないことを示す (ダンカンの多重検定による).



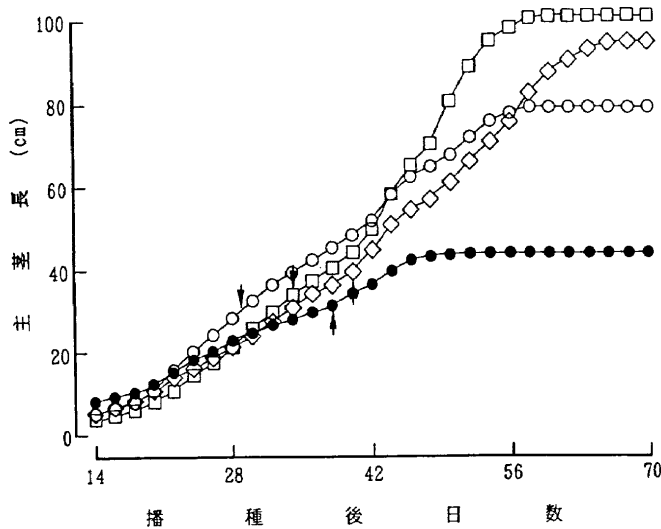
第1図 主茎節間長 (1995年).

○: 畿内徳島2号, □: 小無田, ◇: Chiang Mai 60, ●: フクユタカ.



第2図 畿内徳島2号とフクユタカの主茎節間長。

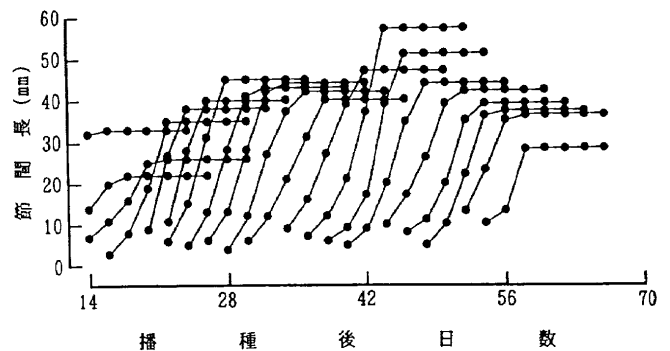
○: 畿内徳島2号, □: フクユタカ。



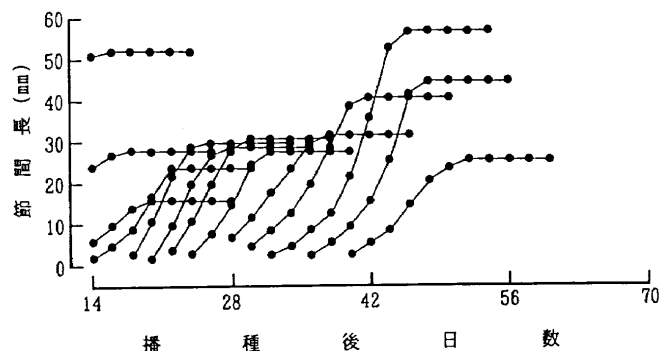
第3図 主茎の伸長経過 (1995年)。

○: 畿内徳島2号, □: 小無田, ◇: Chiang Mai 60, ●: フクユタカ。

矢印は各々の品種の開花期を示す。



第4図-1 主茎節間の伸長経過 (畿内徳島2号, 1995年)。



第4図-2 主茎節間の伸長経過 (フクユタカ, 1995年)。

第3表 主茎節間の伸長最盛期と停止期の直線回帰 (1995年)。

品 種	回 帰 式	相関係数
畿内徳島2号		
伸長最盛期	$y=1.05x+1.65$	$r=0.997^{**}$
伸長停止期	$y=1.03x+3.91$	$r=0.999^{**}$
小 無 田		
伸長最盛期	$y=0.97x+2.52$	$r=0.967^{**}$
伸長停止期	$y=0.98x+4.35$	$r=0.999^{**}$
鍋 島		
伸長最盛期	$y=1.03x+2.35$	$r=0.998^{**}$
伸長停止期	$y=1.03x+4.16$	$r=0.999^{**}$
S J 5		
伸長最盛期	$y=1.05x+1.71$	$r=0.997^{**}$
伸長停止期	$y=1.04x+3.79$	$r=0.999^{**}$
Chiang Mai 60		
伸長最盛期	$y=1.04x+1.97$	$r=0.997^{**}$
伸長停止期	$y=1.03x+3.99$	$r=0.998^{**}$
フクユタカ		
伸長最盛期	$y=1.02x+2.00$	$r=0.998^{**}$
伸長停止期	$y=0.99x+4.05$	$r=0.999^{**}$

**は1%水準で有意であることを示す。

考 察

栽培実験を実施した3カ年を通じて、いずれの品種も順調に生育した。3カ年のうち、1993年は播種時期より天候不良で多雨寡照となったのに対して、1994年、1995年は高温多照で経過した。そのため、高温年にはいずれの品種も開花が早まり、無限伸育型品種の主茎節数が増加する傾向がみられたが、伸長パターンに変化はみられなかった。

無限伸育型品種は開花後も出葉を続けるため、主茎節数や主茎長は有限伸育型のフクユタカに比べて著しく大きくなった。分枝についてはフクユタカが上位節まで短い分枝を発生するのに対して、無限伸育型品種では分枝が少なく、下位節から発生する強勢分枝や生殖生長との競合が原

第4表 主茎節間の伸長最盛期と停止期の関係 (1995年).

品 種	節 間 位														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
畿内徳島2号															
伸長停止期	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.5	16.3	17.7	18.7	19.2
伸長最盛期	—	4.0	5.0	6.0	6.5	7.5	8.7	9.8	11.0	11.7	13.5	15.0	16.2	16.8	17.7
差	—	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.3	2.2	2.0	2.3	2.0	1.3	1.5	1.9	1.5
Chiang Mai 60															
伸長停止期	5.0	5.7	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.3	13.3	14.8	16.0	17.0	17.8	18.3	19.5
伸長最盛期	—	4.0	5.2	6.0	6.5	7.7	9.0	9.7	11.7	12.3	14.3	15.2	15.8	17.3	18.0
差	—	1.7	1.8	2.0	2.5	2.3	2.0	2.6	1.6	2.5	1.7	1.8	2.0	1.0	1.5
フクユタカ															
伸長停止期	5.0	6.0	7.2	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	—	—	—		
伸長最盛期	—	4.0	5.2	6.2	7.0	8.0	9.0	10.0	11.3	12.7	13.3	14.0	—		
差	—	2.0	2.0	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	1.7	1.3	—	—	—		

第5表 主茎節間の伸長最盛期と2つ下の節間の伸長停止期との関係 (1995年).

品 種	節 間 位														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
畿内徳島2号															
[N] 伸長最盛期	—	4.0	5.0	6.0	6.5	7.5	8.7	9.8	11.0	11.7	13.5	15.0	16.2	16.8	17.7
[N-2] 伸長停止期	—	—	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.5	16.3	17.7
差	—	—	0	0	0.5	0.5	0.3	0.2	0	0.3	0.5	1.0	0.7	0.5	0
Chiang Mai 60															
[N] 伸長最盛期	—	4.0	5.2	6.0	6.5	7.7	9.0	9.7	11.7	12.3	14.3	15.2	15.8	17.3	18.0
[N-2] 伸長停止期	—	—	5.0	5.7	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.3	13.3	14.8	16.0	17.0	17.8
差	—	—	0.2	0.3	0.5	0.3	0	0.3	0.7	0	1.0	0.4	0.2	1.0	0.2
フクユタカ															
[N] 伸長最盛期	—	4.0	5.2	6.2	7.0	8.0	9.0	10.0	11.3	12.7	13.3	14.0	—		
[N-2] 伸長停止期	—	—	5.0	6.0	7.2	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	—		
差	—	—	0.2	0.2	0.2	0	0	0	0.3	0.7	0.3	0	—		

因であると推察された。茎重はフクユタカと同程度かそれ以上であったのに対して、一株粒重は同程度か小さかった。

主茎の節間長についてみると、多雨年であった1993年には無限伸育型品種においては下位節間が徒長する傾向がみられたが、第1節間が比較的長く、第3節間が短く、第1節間を除く最長節間が主茎頂部から数節間のところがあり、有限伸育型品種（鳥越ら 1981, 中村ら 1986, 梅崎・松本 1989 a, b）と同様なパターンがみられた。しかし、無限伸育型品種では上位葉になるにしたがって葉が小さくなり、主茎の上位数節間が短くなった。また、主茎節数が多いため、最長節間の位置も最頂節間から数節間下の節間となり、有限伸育型品種に比べて主茎上部に短い節間が多くなった。全体としては節間数の少ない有限伸育型品種の主茎節間長のパターンを大きな相似形にしたものと考えられ、無限伸育型品種においても主茎節間長のパターンは多くの有限伸育型品種や矮性品種・系統と同様であることが確認された（梅崎ら 1988, 梅崎・松本 1989 a, 梅崎 1990 b）。

主茎節間の総和と考えられる主茎の伸長は、いずれの品種もS字カーブを描く経過をたどった。また、個々の節

間もそれぞれS字カーブを描いて伸長した。その節間の伸長経過は、第3表に示したとおり各節間の伸長最盛期、伸長停止期を表す回帰式の傾きがほぼ1となり、同伸性が認められた。つまり、無限伸育型品種においても有限伸育型品種や矮性品種と同様に、第N節間の伸長最盛期は第N+2葉期、伸長停止期は第N+4葉期で表すことが可能で、ダイズの主茎における節間と出葉との間にみられる同伸性は、普遍性を持つことが明らかとなった（梅崎ら 1988, 梅崎・松本 1989 b, 梅崎 1990 b）。

由田・後藤（1975）は、¹⁴Cトレーサー法を用いて同化産物の転流・分配とダイズの伸育型との関係について検討を行い、伸育型や生育段階により転流・分配の割合は異なるが、いずれの場合にも転流が盛んに行われる莢実は節間に沿って交互にみられることから、主茎における主たる転流経路が二つ存在するものと推察している。また、著者（1990 a）は節間ならびに各器官の同伸性について詳細な観察を行い、節間の伸長だけでなく葉身の展開や葉柄の伸長についても同伸性を認めており、いずれの場合にも伸長（展開）最盛期と伸長（展開）停止期との間には主茎の出葉数で2葉もしくは4葉のタイムラグがみられ、維管束のつながりから最も関係の深い2ないし4つ上位の葉身ある

16	17	18	19	20	21	22
20.2	21.0	—	—	—		
18.5	19.5	20.3	21.0	—		
1.8	1.5	—	—	—		
20.7	21.5	22.0	23.0	—	—	—
18.8	19.8	20.8	21.4	22.0	23.0	—
1.9	1.7	1.2	1.6	—	—	—

16	17	18	19	20	21	22
18.5	19.5	20.3	21.0	—		
18.7	19.2	20.2	21.0	—		
0.2	0.3	0.1	0	—		
18.8	19.8	20.8	21.4	22.0	23.0	—
18.3	19.5	20.7	21.5	22.0	23.0	—
0.5	0.3	0.1	0.1	0	0	—

いは葉柄の展開・伸長最盛期に展開・伸長を終えることを報告している。これらの関係は同一維管束系において関係の深い器官間で光合成産物や養水分の分配競争を緩和し、個体として効率的な生長を行っていることを示唆するものと思われ、伸育型にかかわらずダイズの生長にこのような合理的な関係の存在することが推察された。

ところで、無限伸育型品種においては伸長最盛期や伸長停止期の回帰式の y 切片が 2 や 4 から少しはずれるものもあり、有限伸育型品種ほど明快ではなかった。その理由を明らかにするため、第 4 表には畿内徳島 2 号、Chiang Mai 60 とフクユタカの主茎各節間の伸長最盛期と伸長停止期を示した。伸長最盛期と伸長停止期の差をみると、節間数の少ない有限伸育型のフクユタカではわずかであるが、無限伸育型品種では上位節間が 2 より小さな値となっており、生育段階を主茎出葉数で示した場合には伸長期間が短くなっていることがわかった。ところが、同伸性を示す第 N 節間の伸長最盛期と第 $N-2$ 節間の伸長停止期の差をみると、有限伸育型品種、無限伸育型品種とも上位節

間に至るまでほとんど差がなく、同伸性の乱れは認められなかった (第 5 表)。したがって、無限伸育型品種の伸長最盛期や伸長停止期の回帰式の y 切片が乱れた原因は、上位節間において節間の間の同伸性が乱れたのではなく、むしろ出葉を中央小葉の長さが 8 mm に達した、つまり葉が葉枕から出て外観的に葉と判別される時という大泉・桂 (1959) の定義にしたがったため、無限伸育型品種の上位葉では、出葉と判定される時期が実際の葉身や節間の伸長状態より遅れたことによると推察される。これは、有限伸育型品種が最上位葉まで大きさがそれほど変化しないのに対して無限伸育型品種では上位葉では頂部に近づくほど小さくなるため、出葉と判定される時期が上位葉で遅れることによるものと考えられた。今後、無限伸育型品種の生育段階を主茎出葉数で示す場合には、有限伸育型品種で導き出された大泉・桂 (1959) の定義では上位葉で必ずしも適合しない可能性が示唆された。

以上のことから、栄養生長と生殖生長が長い期間にわたり並行する無限伸育型品種においても、有限伸育型で観察されたものと同様な節間の伸長経過と同伸性が存在することが明らかとなった。主茎の節間伸長に関する規則性や各器官と主茎の出葉との同伸性が伸育型にかかわらず普遍性を持つことから、ダイズの草型の制御には伸育型を問わずにこれらの規則性を活用することが可能であると考えられる。

引用文献

- Nagata, T. 1960. Studies on the differentiation of soybeans in Japan and the world. Mem. Hyogo Univ. Agr. 3: 63—102.
- 中村茂樹・熱田健一・中澤芳則・大庭寅雄 1986. 大豆品種の節間長について 九農研 47: 44.
- 大泉久一・桂勇 1959. 大豆の分枝に関する研究. 第 1 報 出葉秩序について. 日作紀 27: 80—82.
- 鳥越洋一・進士宏・栗原浩 1981. ダイズの発育形態と収量成立に関する研究. 第 1 報 主茎の節間伸長と分枝の発育との関係. 日作紀 50: 191—198.
- 梅崎輝尚・松本重男・島野至 1988. ダイズの矮性系統に関する研究. 第 1 報 ヒュウガ矮性系統の生育特性と遺伝様式について. 日作紀 57: 512—521.
- 梅崎輝尚・松本重男 1989a. ダイズの節間伸長に関する研究. 第 5 報 主茎節間長の品種間差異. 日作紀 58 (別 1): 200—201.
- 梅崎輝尚・松本重男 1989b. ダイズの節間伸長に関する研究. 第 1 報 主茎節間の伸長における規則性について. 日作紀 58: 364—367.
- 梅崎輝尚 1990a. ダイズの節間伸長に関する研究. 第 6 報 節間ならびに各器官の同伸性と形状について. 日作紀 59 (別 1): 110—111.
- 梅崎輝尚 1990b. ダイズの矮性系統に関する研究. 第 4 報 矮性品種 PI227224 の起源と形態的特性. 日作九支報 57: 40—42.
- 由田宏一・後藤寛治 1975. 伸育性の異なる大豆品種における ^{14}C -同化産物の転流および分布. 日作紀 44: 185—193.

Internode Elongation Characteristics of Indeterminate Type Plants of Soybean: Teruhisa UMEZAKI* (*Fac. of Agr. Miyazaki Univ., Miyazaki 889-2192, Japan*)

Abstract: The purpose of this study was to clarify the internode elongation pattern and growth habits of indeterminate type cultivars of soybean. Internode elongation of the main stem was continuously observed for indeterminate type cultivars. Indeterminate type cultivars continued to elongate their stems for about one month after the beginning of flowering, while determinate ones stopped their elongation after 10 days. So, indeterminate type cultivars had much more internodes and the main stems were longer than those of determinate cultivars. Elongation of internodes on the main stems of indeterminate type cultivars began slowly at the early phase, followed by a rapid elongation during the mid-phase and again slowing down in the final phase. The final length of the first internode between the cotyledonary and primary nodes was rather long, while the 3rd internode was very short. Those of the internodes above the 3rd one became longer gradually, but some of the uppermost internodes were shorter in length. When the Nth leaf on the main stem began emerging, the (N-2) th internode elongated most rapidly, while the (N-4) th internode stopped elongation in indeterminate type cultivars. These patterns of internode elongation and synchronization were the same as those of determinate cultivars. This seems useful to control plant type in soybean.

Key words: Indeterminate type, Internode, Internode elongation, Internode length, Leaf emergence, Soybean, Synchronization of elongation.
