

## ダイズ成熟異常個体の地上部諸器官の成熟経過について

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	古屋, 忠彦 松本, 重男 嶋, 正寛 村木, 清
巻/号	57巻1号
掲載ページ	p. 1-7
発行年月	1988年3月

## ダイズ成熟異常個体の地上部諸器官の成熟経過について\*

古屋忠彦・松本重男・嶋 正寛\*\*・村木 清\*\*\*

(九州大学農学部・\*\*\*福岡教育大学技術科)

昭和61年7月30日受理

**要 旨** : ダイズの成熟異常個体が発生する過程を明らかにする一環として、成熟異常個体の出現頻度の高い寒地品種 (ナガハジロと刈系73号) と出現頻度の低い暖地品種 (オリヒメ) を用い、地上部諸器官の成熟および稔実莢の登熟経過について比較調査した。主茎葉の落葉 (成熟) 経過についてみると、オリヒメは各葉位で落葉が早く、収穫期にはすべて落葉した。ナガハジロと刈系73号の成熟異常個体では下位葉の落葉は遅く、頂葉から2~3枚の葉の落葉が著しく遅延した。成熟正常個体と成熟異常個体においては、特に成熟に伴う茎の水分減少経過に差異が認められ、茎の水分含有率の高い品種ほど葉の落葉が不完全で個体の成熟・枯死も遅延した。また、稔実莢の登熟経過にも大きな差異が認められた。すなわち、オリヒメでは開花日の異なる各莢ともほぼ揃って、短期間に登熟を完了した。一方ナガハジロと刈系73号では、いずれの開花日の莢においても莢の登熟日の変異は大きく、最初の登熟莢の出現から最後の登熟莢まで10~14日も要した。このように成熟正常個体では、莢実の成熟に伴ってすみやかに地上部諸器官が枯死したのに対して、成熟異常個体では、程度の差はあるものの、とくに茎の成熟が遅延したが、個々の稔実莢の登熟日数は品種本来の登熟期間を示した。以上の結果から、今後、著者らは、成熟に伴いダイズ構成器官 (葉、葉柄、茎、根、莢殻、子実) の成熟が同調的に進行する (オリヒメ) 現象を成熟整合、非同調的に進行する (ナガハジロ、刈系73号) 現象を成熟不整合と呼称する。

**キーワード** : 結莢, 生育習性, 成熟, ダイズ。

**Maturation Process of Top Organs in Delayed Stem Maturation Soybean Plant** : Tadahiko FURUYA, Shigeo MATSUMOTO, Masahiro SHIMA and Kiyoshi MURAKI\* (*Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 812 Japan.* \**Fukuoka University of Education, Munakata 811-41, Japan*)

**Abstract** : In order to elucidate the process of the occurrence of delayed stem maturation (DSM) plant, a comparative study on the difference of ripening process between normal matured plant and DSM plant (defined previously by author) were performed by using three varieties of soybean plant, Nagahajiro from Hokkaido, Kari-kei 73 from Tohoku, and Orihime from Kyushu.

There was a great difference between a normal matured soybean plant and a DSM plant. Leaves on the main stem of the DSM plant fell slowly in comparison with those in the normal matured plant. In DSM plants, the upper two or three leaves on their main stem remained stuck to the stem tightly, while all the leaves of the normal matured plant fell by harvest.

After physiological maturity, the water content in the stem on normal matured plants rapidly decreased, whereas in DSM plants, it remained at a high level. In normal matured plants, the color of the pod-walls changed into brown within several days. In contrast the period for the color change in DSM plants, lasted for about 2 weeks.

These facts indicate that there are harmonious maturation (normal matured) of top organs (leaf, petiole, stem, pod-wall, seed) and inharmonious maturation (DSM) in soybean plant. Therefore, we propose that the former be called conformable maturation (CM) and the latter unconformable maturation (UCM).

**Key words** : Growth habits, Maturation, Podding, Soybean.

ダイズ栽培において、莢殻と子実は成熟色を示して収穫できる状態に達したにもかかわらず落葉が不完全であったり、落葉は完了しても茎が褐変しないで緑色を呈する、などの異常個体が少なからず出現する。

前報<sup>1)</sup>において著者らは、この異常個体にお

る茎の水分含有率と緑色程度とが密接な関係があることを明らかにした。これにより、茎の緑色程度の観察により成熟異常個体と成熟正常個体の類型的分類が可能となった。さらに、北海道、東北、関東・東山、九州のいずれを主たる栽培地帯とする品種でも九州 (福岡) で栽培した場合に成熟異常個体が出現したが、概して寒地の品種ほど成熟異常個体の出現頻度が高いことを明らかにした。

\* 大要は第169回講演会 (昭和55年4月) および第172回講演会 (昭和56年10月) において発表。

\*\* 現在 福岡市 東福岡養護学校。

これまで寒地 (北海道) と暖地 (九州) のダイズ

の生育特性を比較した報告<sup>5,6,7,8,14)</sup>はあるが、成熟異常についての詳細な記述は少ない。また前報において成熟異常に関する個体の類別は収穫期の一断面における観察結果であった。

そこで本報告では、収穫期、異常個体の出現頻度の高い寒地品種と出現頻度の低い暖地品種を同一地点で生育させ、ダイズ個体の成熟経過に伴う地上部構成器官(葉、葉柄、莖、莢殻、子実)の若干の様態について比較検討した結果を述べる。

## 材料と方法

実験材料は、九州大学におけるこれまでの栽培実験に基づき生育日数が同じ程度で成熟異常個体出現頻度が高い北海道品種のナガハジロと東北の刈系73号、対照品種としてほぼ成熟正常を示す九州の代表的夏ダイズ品種のオリヒメを用いた。生態型<sup>4)</sup>は、寒地品種・系統(以下品種という)である前者がIb型、暖地品種である後者がIIa型である。なお、刈系73号は東北でも莢先熟(成熟異常)を示すことが多い系統であると言われている。

実験には4l容プラスチックポットを用い、これに水田土壌を約3.5l詰め、肥料はポット当たり硫安1g、過磷酸石灰3g、塩化カリ1g、消石灰3gを全量基肥として施した。播種は、1979年4月20日に3粒播きとし、出芽後2週間目に1本立として、各品種とも、株間28cm、畦幅60cmに相当するようにポットを並べ、人工群落状態で生育させた。なお生育ステージ区分は、Fehrら<sup>3)</sup>の規準に準じて行った。

調査は次の3つに大別される。

(1) 主茎葉の生存日数：品種ごとに5個体を選び同一個体を継続観察した。中央小葉の長さが0.8cmになった時を展開の規準とし、展開した葉が3個体を越えた日をもって展開日とした。また、落葉した葉が、同じく3個体を越えた日をもって落葉日とした。展開日から落葉日までの日数を当該葉の生存日数とした。

(2) 成熟に伴う諸器官における水分含有率の推移：3品種は播種後約1ヶ月目から1~2週間間隔で5個体ずつ掘取り調査した。各品種とも、測定部位は主茎の第3本葉節の葉、葉柄とその直下の節間の莖及び第3本葉節またはその節に一番近い節(分枝も含む)に着生した莢殻と子実、および主茎の先端から3節目の本葉節の葉、葉柄とその直下の節間の莖その節またはその節に一番近い(分枝も含む)

に着生した莢殻と子実をサンプリングし、105°C、48時間熱風乾燥後秤量し、水分含有率を測定し、5個体の平均値をもって、各時期、各器官の水分含有率とした。

(3) 幼莢の出現経過とその後の稔実莢の登熟日：開花始めに、生育中庸な個体をナガハジロ、刈系73号では各々7個体、オリヒメでは5個体を選び、同一個体を継続観察した。幼莢の出現時期は、長さ5mmに達した幼莢の花梗の部分の色異なる糸でゆるく結ぶことにより区別した。各品種とも、開花始めから7日目を最初の幼莢出現時期(I)として第1回目の調査を行い、開花後27日目まで5日おきに4回(II, III, IV, V)計5回、幼莢の出現数を調査した。登熟日の調査は、稔実莢のみについて行い、莢の表面積の半分以上が褐変した日をもってその莢の登熟日とした。

## 実験結果

生育期間中の気温は平年並で、5月は乾燥した晴れの日が多く、6月中旬の開花・登熟初期に長雨があり、日照不足気味であったが、7月から8月中旬まで、高温(最高気温33.1、最低気温22.5、日平均気温27.6°C)・多照で経過したため、全体の生育はきわめて良好であった。第1表に示すように開花始め(R1)は、ナガハジロが6月9日、刈系73号が6月13日、オリヒメが6月24日と寒地品種がかなり早く開花した。莢は3品種とも8月中旬に個体の95%の莢が熟色を呈し、収穫期(R8)に達した。

収穫期には、ナガハジロ、刈系73号はほとんどの個体に葉が着生もしくは葉柄が付着したままで、かつ莖が緑色を呈しており成熟異常個体であった。一方、オリヒメは後述する1個体の成熟異常個体を除き、すべて成熟正常個体であった。

### 1. 主茎葉の落葉および生存日数

主茎の葉位別の出葉から落葉に至るまでの生存日数を第1図に示した。落葉についてみると、ナガハジロでは、第1~2本葉の落葉が早い、第3~7本葉までは断続的に落葉し、収穫期前10日間に第9~15本葉が黄変して一斉に落葉したが、最上位2

第1表 供試品種の生育特性。

品種名	主栽培地	開花始	収穫期
ナガハジロ	北海道	6月9日	8月18日
刈系73号	東北	6月13日	8月18日
オリヒメ	九州	6月24日	8月15日

本葉は収穫期にも落葉しなかった。刈系73号では、第1~3本葉は早く落葉したが、第4~8本葉は生育につれ断続的に落葉した。しかし、収穫期にも最上位2本葉は落葉しなかった。これに対して、オリヒメは、第1~8本葉までの葉は生育の中期頃までに落葉した。しかし、第9~11本葉になると急に落葉は遅くなり、第12本葉より上位の葉は収穫期前に全葉が黄変し一斉に落葉した。

つぎに、生存日数についてみると、オリヒメでは下位本葉で最も短く、中位葉が長く、上位葉が短くこれまでの成熟正常型を示す品種の報告<sup>10,15)</sup>とほぼ一致したが、寒地品種のナガハジロ、刈系73号では、概して上位葉の落葉が遅延する傾向を示した。なお、ナガハジロ、刈系73号では、収穫期にも、それぞれ個体当たり、1200cm<sup>2</sup>、730cm<sup>2</sup>の葉が着生していた。

### 2. 成熟に伴う地上部各器官(葉、葉柄、茎、莢殻、子実)の水分含有率の推移

器官別の水分含有率の推移を第2図に示した。葉の水分含有率は3品種とも開花期頃が高く、その後水分70%前後を維持し、65%以下になると落葉した。葉柄では栄養器官のうちで最も高い水分含有率を維持し、70%前後に下がると枯死・落下した。

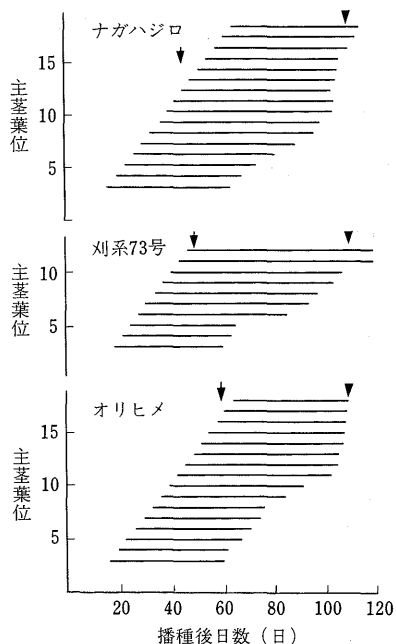
茎の水分含有率は、葉柄と葉のほぼ中間値で推移し、各品種とも生育初期ほど高く、登熟が進むにつれて低下したが、オリヒメでは成熟とともに急激に減少したのに対し、ナガハジロ、刈系73号は収穫期でも、それぞれ60%、65%の高い水分含有率を保持していた。

一方、生殖器官の莢殻と子実の水分含有率は、成

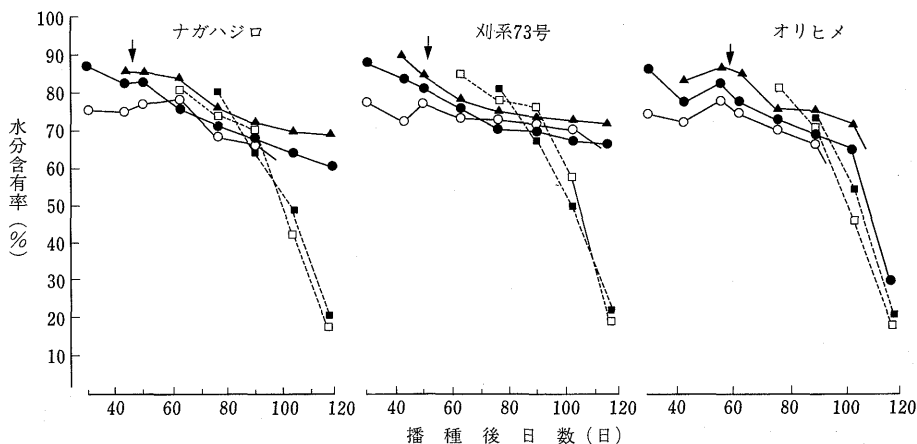
熟に伴って急速に減少し、収穫期には各品種とも25%以下であった。

### 3. 幼莢および稔実英の出現様相

各品種の幼莢出現時期別の幼莢数および稔実英数を第2表に示す。幼莢の出現様相についてみると、3品種ともI期が最も多く、全体の約41~65%を占め、以後II、III期と遅くなるにつれて減少した。品種別にみると、ナガハジロはIIおよびIII期にI期(41%)の約半分ずつ出現し以後激減した。刈系



第1図 主茎の葉位別出葉および落葉の推移。  
注：↓開花始め、▼収穫期。



第2図 器官別水分含有率の推移。  
注：○葉、▲葉柄、●茎、□莢殻、■子実、↓開花始め。

73号ではII期には約30%が出現し、I, II期で全体の95%を占め、II期以降はほとんど形成されなかった。しかしながら、両品種ともV期以降も開花が見られ、開花始めから約40日間開花が認められた。一方、オリヒメではII期がI期(65%)の3分の1, III期はII期の半分程度で、V期以降開花は認められなかった。なお、オリヒメの出現幼莢数は、ナガハジロの約3倍、刈系73号の約4倍であった。

稔実莢数についてみると、オリヒメ>ナガハジロ>刈系73号の順で、オリヒメの稔実莢数は、ナガハジロの約2倍、刈系73号の約3倍であった。出現幼莢数に対する稔実莢率は寒地の品種ほど高かった。

#### 4. 稔実莢の登熟日の変異

各品種の調査個体のうち、ナガハジロと刈系73号の各々7個体およびオリヒメの4個体の中から品種別に中庸な1個体を選び、幼莢出現時期別に莢の登熟日を第3表に示した。寒地品種のナガハジロ、刈系73号とも最初の登熟莢を認めたのは8月3日でオリヒメより3日程早い。最後の登熟莢出現日(8月22日)まで約3週間を要し、95%以上の莢が登熟するまで約2週間かかった。この傾向は幼莢出現時期別にみてもほぼ同様で、莢が登熟するまでに要する日数には著しく大きな変異が存在することが認められた。

これに対して、オリヒメは、最初の登熟莢出現日(8月6日)から最後の登熟莢出現日(8月12日)まで1週間を要したが、大部分の莢は、8月8日~11日までの4日間の短期間に登熟した。しかも、幼莢出現時期の遅速には関係なく、ほぼ同時に登熟を完了した。

#### 5. オリヒメと成熟異常個体の稔実莢の出現様相と登熟日の変異

オリヒメでは調査5個体のうちの1個体は落葉が不完全な成熟異常個体となった。この個体の稔実莢の出現様相と登熟日の変異を第4表-1, 2に示した。稔実莢数と稔実莢率は成熟正常個体(第2表)とほぼ同じであったが、各莢の登熟日数には、ナガハジロや刈系73号同様、著しく大きな変異が認められた。

### 考 察

成熟正常個体と成熟異常個体の区別は、本実験の結果から明らかなように、外部形態からみる限り、莢が熟色を呈する頃まで識別出来なかった。

サイズでは、莖葉に蓄積された養分が子実への転流を終える時点で葉の黄化が始まり、莢も黄化し、莖は緑色を消失し、木化・褐色する成熟経過を示すのが普通である。しかしながら、葉が緑色あるいは莖がまだ十分に緑色を保持しているにもかかわらず莢が黄化・成熟する異常な成熟経過を示すものもあ

第2表 開花後における時期別出現幼莢数と稔実莢数。

品種名	時 期	出現幼莢数	稔 実 莢 数	稔実莢率 (%)
ナ ガ ハ ジ ロ [7]	I	43.5 ( 41.0)	28.0 ( 39.4)	64.4
	II	22.3 ( 21.2)	15.8 ( 22.2)	70.2
	III	28.6 ( 26.9)	20.8 ( 29.2)	72.7
	IV	9.5 ( 8.9)	4.3 ( 6.2)	46.3
	V	2.1 ( 2.0)	2.1 ( 3.0)	100.0
	計	106.2 (100.0)	71.1 (100.0)	66.9
刈 系 73 号 [7]	I	55.0 ( 65.4)	38.4 ( 78.1)	69.8
	II	24.5 ( 29.1)	10.4 ( 21.1)	42.4
	III	2.2 ( 2.6)	0.4 ( 0.8)	18.2
	IV	2.1 ( 2.5)	0.0 ( 0.0)	0.0
	V	0.3 ( 0.4)	0.0 ( 0.0)	0.0
	計	84.1 (100.0)	49.2 (100.0)	58.5
オ リ ヒ メ [4]	I	209.1 ( 64.9)	92.3 ( 66.8)	44.1
	II	70.9 ( 22.0)	33.1 ( 24.0)	46.7
	III	32.3 ( 10.0)	12.2 ( 8.8)	37.8
	IV	10.1 ( 3.1)	0.6 ( 0.4)	5.9
	計	322.4 (100.0)	138.2 (100.0)	42.9

[ ] 内は調査個体数, ( ) 内は百分率。

I : 開花始め (0)~7日目, II : 8~12日目, III : 13~17日目,  
IV : 18~22日目, V : 23~27日目。

る<sup>11)</sup>。本実験においては、オリヒメでは1個体を除き前者の経過を示し、ナガハジロと刈系73号は全て後者の経過を示した。

1. 成熟異常（莢先熟）と成熟不整合

一般に、寒地品種は感温性が高く、九州（福岡）における栽培では、高温短日のため開花迄日数は大幅に短縮され、登熟日数はわずかに短縮されるのが普通である<sup>12)</sup>。しかし、本実験には供試した寒地品種は、開花までの日数は短縮したものの、登熟日数は短くならず、ナガハジロ68日、刈系73号では64日を要し、ともに生態型Ib型の生育を示した。

また、稔実莢の変色時期が個体の生理的成熟期であるとすれば、成熟異常個体では莢の登熟日数の変異幅が大きいこと、および全莢の変色時期が遅れていること、そしてまた、落葉が不完全で、茎の水分含有率が高いことなどから推定すると、成熟異常個体は成熟正常個体より、生理的成熟時期が遅延しているといえる。

すなわち、本実験での成熟異常個体は、生殖器官（莢殻、子実）の成熟は早まっているわけではなく品種本来の結実日数を保持している。したがって、栄養器官（葉、茎など）の成熟が遅延しているもの

第3表 幼莢出現時期別稔実莢の登熟日の変異。

品種名	時期	8月 登熟日																				計
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
ナガハジロ	I	1	2	3	5	1	2	1			6	2	1		1	1						26
	II				1		1	1	2	1	1	3			1	1					1	13
	III				1		2	1	1	2	6		2		1	3						19
	IV											2										2
	V				1									2	1							4
	計	1	2	3	8	1	5	3	3	3	15	5	5	1	3	5					1	64
刈系73号	I	1	3	6	1	1	6	3	3	3	3	5	1			1						38
	II					1	1		2	1		2			1			1			1	10
	III												1									1
	計	1	3	6	1	2	7	3	5	4	3	7	2		1	1		1			1	49
オリヒメ	I				4	1	44	18	20	11	4											102
	II						19	9	11	5												44
	III						1	1	3	1	2											8
	計				4	1	64	28	34	17	6											154

I～Vは第2表に同じ。

第4表-1 オリヒメ成熟異常個体の幼莢出現時期別稔実様相。

時期	出現幼莢数	稔実莢数	稔実莢率 (%)
I	193 (59.8)	87 (63.1)	45.1
II	75 (23.2)	35 (25.4)	46.7
III	40 (12.4)	14 (10.1)	35.0
IV	15 (4.6)	2 (1.4)	13.3
計	323 (100.0)	138 (100.0)	42.7

( ) 内は百分率。

第4表-2 オリヒメ成熟異常個体の稔実莢の登熟日の変異。

時期	8月 登熟日																					
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
I				1	2	7	10	15	7	6	9	12	6	7	1	1	3				87	
II				1	3	2	8	7	1	2	4	3	2	2							35	
III							2	4	5	2								1			14	
IV							1						1								2	
計				2	5	9	21	26	13	10	13	16	8	9	1	2	3				138	

I～IVは第2表に同じ。

といえる。それゆえに、従来、収穫期の一断面からみるとこの成熟異常個体は『莢先熟』現象であるが本実験結果からみる限り、『莖後熟』現象と言える。

ところで、これまで日本ではこのような『成熟異常』について、大槻<sup>16)</sup>は『青立』と称し、新垣<sup>2)</sup>は『青立ち』あるいは『青莖』と記し、小中ら<sup>9)</sup>は『異常登熟』としてとらえ、『莢先熟』と呼称した。昆野<sup>9)</sup> 大久保ら<sup>18)</sup> 御子柴<sup>12)</sup> もこの用語を使っている。一方、アメリカでは、delayed leaf senescence<sup>1,19)</sup>と呼んでいる。このように、ダイズの成熟異常現象の呼び方は、研究者のとらえ方により様々で、葉、莖、莢など個々の器官の生育習性として取り扱われている。

しかしながら、『異常』とは『普通でないこと』であり、『異常』であるか否かの判断は、個人の主観によりあいまいである。また、個体変異が生じる原因は、個々の器官単独の特性によるものでなく、総合されたものであり、個体を構成する器官や組織の複雑さにあることを考えると、成熟、成熟異常の生理は作物体全体の生活の中でとらえることが望ましく、個体の成熟を植物体全体の器官相互の成熟・枯死に着目して追求することが必要であると考えられる。

したがって、著者らは、成熟異常個体の発生の実態の把握・観察において、個体を構成する諸器官(葉、葉柄、莖、根、莢殻、子実)相互の成熟(器官の脱落や緑色の消失など)が、同調的に成熟する(成熟正常)現象を『成熟整合』現象と呼称し、一方、諸器官相互の成熟が、非同調的に成熟する(これまでの成熟異常および莢先熟)現象を『成熟不整合』現象と呼称することを提唱する。ここで、『成熟整合』または『成熟不整合』という用語は、個体内の器官相互の成熟の同時性、同調性の有無について用いているのであって、群落での個体間の成熟の均一性で用いる『成熟揃い』とは異なるものである。

## 2. 稔実莢の登熟様相と成熟不整合との関係

これまで稔実莢の登熟日の個体内の変異については、古谷ら<sup>7)</sup>の福岡(筑後市)での結果によれば、九州品種、北海道品種とも、1株のうちで最も早く成熟する莢と最も遅く成熟日の差はせいぜい6日以内と報告されており、永田<sup>13)</sup>は、早生の有限型2品種(北海道品種と九州品種)と無限型1品種(アメリカ品種)を用い、兵庫(篠山町)で開花時期別にみた登熟日の推移を調査し、莢の登熟日の変異の

幅は、いずれの開花日群でも7~9日で大きくなかったと報告している。しかし、本実験における寒地品種と九州品種の莢の登熟日の変異の幅は7日(オリヒメ)~20日(ナガハジロ, 刈系73号)と大きく、これまでの報告と一致するのはオリヒメのみであった。

つぎに、寒地2品種の成熟不整合個体とオリヒメの成熟不整合個体の開花・稔実莢出現様相ならびに登熟莢出現日の推移について比較してみると、ナガハジロと刈系73号は開花期間も長く、弱小な花を咲かせ続けたが、それらは稔実莢数の増加にはほとんどつながらなかった。また、オリヒメの成熟不整合個体は成熟整合個体より開花期間が長く、稔実莢出現時期が遅くまで認められた。

さらに、登熟莢出現日の推移についても、莢数の多少や稔実莢率に関係なく、個体全体および幼莢出現時期群別の登熟において、ナガハジロ、刈系73号と似かよった登熟様相を示した。

以上のことから、莢の登熟からみる限り、寒地品種の成熟不整合個体とオリヒメの成熟不整合個体は同じ成熟不整合と考えられる。そしてまた、開花期間の延長が莢実への集中的な養分転流を阻害し栄養器官と生殖器官の養分バランス、または植物ホルモンなどの発育調節物質などが不均衡になることにより成熟不整合が生じたものと考えられる。寒地品種とオリヒメの成熟不整合個体は同じ発生要因による成熟不整合とみなすことが出来る。そして、この登熟様相は、『莢先熟』個体の莢(不稔莢も含む)は断続的に成熟し、1ヶ月以上もの長期間に及ぶことがあるとの御子柴<sup>12)</sup>の観察結果とほぼ一致していた。

したがって、今後、成熟不整合現象の発生要因の究明には、開花・莢の伸長・子実の肥大、成熟という莢実の成熟経過と莢実の成熟と同時進行する個々の栄養器官の成熟経過との相互関係を、品種、耕種条件、気象条件などの環境要因の影響をも含めてさらにきめこまかく検討する必要があると思われる。

## 引用文献

1. Abu-Shakra, S.S., D.A. Phillips and R.A. Huffaker 1978. Nitrogen fixation and delayed leaf senescence in soybeans. *Science* 199: 973-975.
2. 新垣真保 1969. 大豆品種の特性調査. 琉大農学報 16: 25-50.
3. Fehr, W.R., C.E. Caviness, D.T. Burmood and J.S. Pennington 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.* 11: 929-931.

4. 福井重郎・荒井正雄 1951. 日本における大豆品種の生態学的研究. 1. 開花日数と結実日数による品種の分類とその地理的分布について. 育雑 1: 27—39.
5. 古谷義人・坂田公男 1956. 夏大豆における生育経過の品種間差異. 第1報 栄養生長と生殖生長の相互関係. 日作九支報 10: 60—62.
6. ———・安田喜一郎 1956. ———. 第2報 日作九支報 10: 63—64.
7. ———・———・井手義人・坂田公男 1962. 夏大豆品種の特性に関する研究. 第1報 生育及び登熟過程の品種間差異. 九州農試場彙報 7: 339—352.
8. 小中伸夫・高橋芳雄 1966. 北海道産大豆の暖地における異常登熟について. 日作紀 34: 492.
9. 昆野昭農 1975. ダイズの子実生産機構の生理学的研究. 農技研報 D27: 139—295.
10. 玖村敦彦 1969. 大豆の物質生産に関する研究. 第5報 個体群の光合成系について. 日作紀 38: 74—90.
11. 松本重男・古屋忠彦・松永亮一 1986. ダイズにおける成熟異常個体の発生実態ならびにその識別規準について. 日作紀 55: 333—338.
12. 御子柴公人編著 1975. 品種選定のポイント. ダイズのつくり方. 農文協, 東京, 80—86.
13. 永田忠男 1967. 大豆の無限伸性の育種学的意義. 第3報 有限無限伸育性品種の結実過程の差異—a. 莢および種子の生長と成熟. 育雑 17: 25—32.
14. ——— 1972. ———. 第10報 有限, 小粒の北海道および九州産ダイズ品種の結実過程の差異. 神大農研報 10: 195—200.
15. 大泉久一・西入恵二・桂 勇 1962. 大豆の葉の機能に関する研究. 第1報 各葉における乾物重, 窒素, 燐酸, 加里ならびに炭水化物含量の消長について. 日作紀 30: 253—256.
16. 大槻文夫 1956. 大豆の青立について. 日作紀 25: 180—181.
17. 大久保隆弘 1980. 播種期の移動に伴う生育の変化. 齊藤正隆・大久保隆弘編著, 大豆の生態と栽培技術. 農文協, 東京, 108—111.
18. 大久保隆弘 1980. 第3編 地域別の栽培技術 関東・東山・東海・齊藤正隆・大久保隆弘編著, 大豆の生態と栽培技術. 農文協, 東京, 108—111.
19. Phillips, D.A., R.O. Pierce, S.A. Edie, K.W. Foster and P.F. Knowles. 1984. Delayed leaf senescence in soybean. Crop sci. 24: 518—522.