

アシタバの抽だい・開花並びに 種子発達特性に関する研究

小 寺 孝 治

Studies on Characteristics of Bolting, Flowering and Seed Development
in Japanese Asitaba (*Angelica keiskei* Koidz)

Kouji KODERA

Summary

Japanese asitaba (*Angelica keiskei* Koidz) is one of several special vegetable in IZU seven islands, Japan. Studies on ecological and physiological characters of asitaba have not been investigated in detail for a long time. The purpose of the present study is to investigate the fundamental characteristics of bolting, flowering and seed development in asitaba plants.

The results are summarized as follows:

1. Based on the results obtained in this study, it was considered that the vernalization of asitaba plants belong to green-plant-vernalization type. It was observed that bolting was promoted by a certain degree of low temperature. It was also found that bolting and flowering were promoted under conditions of high temperature and long-day.
2. Type of inflorescence was compound umbel, and that floret appeared to be protandry. Fertilization occurred between the 4th and 6th day after flowering.
3. After artificial pollination, the floret was found to be both self and cross fertile. It may be considered that the type of pollination generally anemophilae and entomophilae.
4. After fertilization, the seed reached full maturity in about 90 days. Immatured seeds were also observed at the end of the experiment.
5. Not all pollen germinated when cultured on some media. This may be accounted for by the fact that pollen may be associated with some substances on the stigma surface.
6. The florets and fruits of compound umbel at flowering and fruiting stage were observed to have a lot of disease and insect damages. It may be postulated that embryo development and seed viability may decline with the occurrence of disease and insect damages.

I 緒 言

アシタバ (*Angelica keiskei* Koidz.)は、セリ科の多年草で、我が国では数少ない原産野菜の一つである。アシタバの自生地は、房総、三浦両半島、伊豆七島、和歌山県の近海地等といわれている¹⁾。食物としての歴史は、『大和本草』(1709)、『重修本草綱目啓蒙』(1847)、『八丈物産志』、『八丈島実記』(1855頃)等に記され

ており、古くから食用に供されていたことが伺われる²⁾。

アシタバの栽培は、現在、大島、三宅島、八丈島等伊豆諸島を中心に行われているが、本格的な栽培は比較的新しく、八丈島でも昭和40年代初期から始まったといわれる。一方、アシタバの需要は、自然食品や健康食品志向に影響されて、生食、加工用を含めここ数年急速に伸びている。しかし、アシタバは、他の多くの野菜類に比べると植物特性に関する研究・調査報告が少なく、未解

明な点が多い植物である。

アシタバの基本的な特性を解明することは、今後の生産性向上や新しい栽培手法を開発するうえで、極めて重要なことである。本報ではアシタバの抽だい期から結実期に至るまで、各器官の形状や発育特性等について得られた基礎的知見をとりまとめたので報告する。

II 材料及び方法

アシタバの主な開花特性は、1990年に八丈島内のアシタバ栽培圃場における観察によった。また、開花株の大きさと形状は、1988年11月22日に播種した東京都農業試験場八丈島園芸技術センターのアシタバ栽培圃場(3a)内の株より調査した。受粉後の花粉管の伸長状況については、アニリンブルー0.5%液による螢光花粉管染色法で観察した。受粉後の胚の発育については、適時解剖顕微鏡下で胚を摘出し、光学顕微鏡によりステージと大きさを調べた。なお、受粉後の胚と果実の発育経過は、1990年8月5日に開花した1次側枝頂花傘の小花を経時的に調べた。

種子結実性の調査は第2表の注に示した方法で行った。また、いくつかの花傘に袋かけを行い、その受粉様式についても観察を行った。

開花・結実期の病害虫については、当センター内における開花・結実期の花傘にみられる病害虫の種類を調べた。

さらに、受精時における花粉管の発育条件を探るため、第4表に示したような種々の花粉発芽用培地において花粉の発芽試験を行った。

III 結 果

1) アシタバの抽だい・開花特性

八丈島におけるアシタバの開花は、主に5月下旬から10月上旬の間にみられた。開花株は、播種後2~4年生株に認められた。特に、新葉の収穫が少ない圃場や栽植距離が広い圃場では、播種後1年半から2年目で開花している株が多く観察された。開花株は、2月下旬頃から順次節間は伸長するが、3月28日に伸長した株50個体を調査したところ、地ぎわ部の茎径は2.8cmから8.1cmの範囲であり、この時点で2.5cm以下の茎径の株では節間伸長は認められなかった。また、それらと同じ日に播種量を変えて播種した株の抽だい率を調べた結果は第

1表のとおりであり、粗植区では抽だいが早まることがわかった。

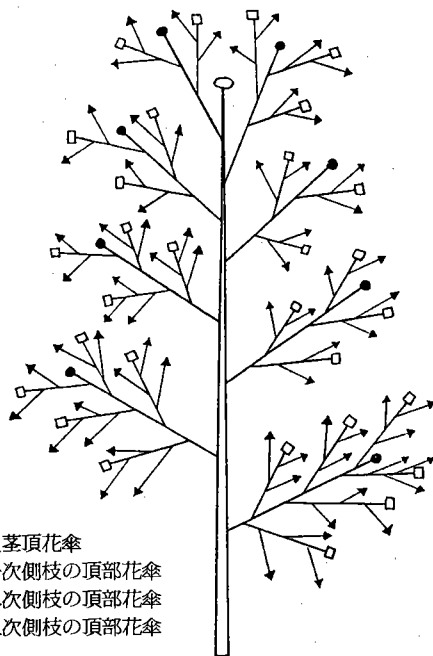
第1表 アシタバの播種量と抽だい株率

処 理 区 (播種量)	100株当たりの 抽だい株率	備 考 平均株間
(ml/m^2)	(%)	(cm) \times (cm)
20	2	5 \times 6
15	24	7 \times 6
10	68	9 \times 7
5	100	14 \times 9

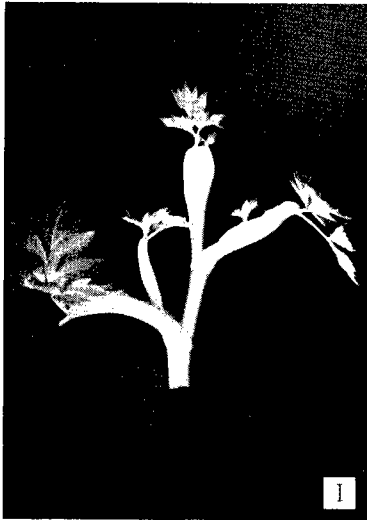
注) 播種日1988年11月22日(1区5 m^2 , 2反復)
調査日1990年6月23日。

2) 開花株の形状

開花時の形状として、草丈は1mから3m前後となった。花傘の着生状況をみると、はじめ主茎頂部に頂花傘を着け、頂部よりおよそ6節から13節下位までの主茎各葉腋に一次側枝(花茎)、さらに一次側枝から二次側枝を発達させ、同様にして最高六次側枝まで発達させ、各頂部に花傘を着けた。実際に採取可能な花傘は、頂花傘と一次から三次側枝頂部の花傘が限界とみられた(第1図、図版V)。

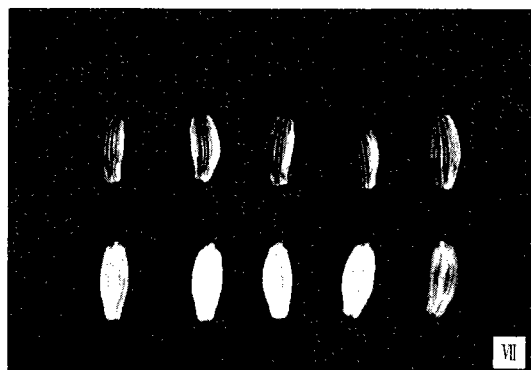


第1図 アシタバ花茎頂部花傘の発育模式図



〔図版〕

- I. 抽だい始めの花茎先端部。
- II. 頂花傘が包葉から出蕾する時期。
- III. 頂花傘の果実肥大期と一次側枝花傘の開花期。
- IV. 二次側枝花傘の開花期。
- V. 開花・結実期の株。
- VI. 小傘の形状、外側の果実は2分果を始める。
- VII. 果実の形状、上段は外側、下段は内側。

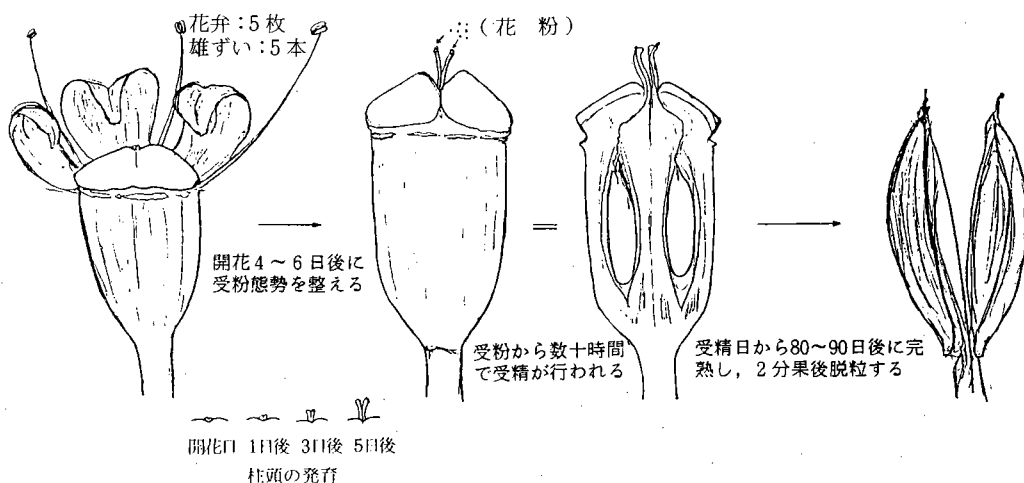


花序は、複散形花序を示し、1つの大傘は、外側の小傘から発達し始め、その小傘についても外側の小花から開花し始めた(図版Ⅱ, Ⅲ, Ⅵ)。したがって、1つの大傘は、開花始めから開花終わりまで7日から10日程度を要した。また、頂花傘開花約1週間後に一次側枝花傘の開花が始まり、以後側枝花傘の開花始めも約1週間ずつ遅れた(図版Ⅱ, Ⅳ, Ⅴ)。なお、大傘の中の小傘数は、高次側枝頂部ほど少なくなる傾向がみられたが、一般には16から24個程度であった。小傘の中の花数も高次側枝頂部のものほど少なくなる傾向がみられたが、その数はおよそ13から40個程度の範囲であった(2年生

開花株5株の調査結果、図版Ⅶ)。

3) 小花の形状と特性

アシタバの小花は、1つの下位子房とみれるが、そこには密着した2つの子房がある。花弁は5枚、雄ずい5本、2本の雌ずいで構成されている。それら各花器の大きさは、子房長が1mmから2mm、子房径が1.3mmから1.6mm、花弁が約3.3mm、葯の花糸が約4mm程度であった。一般に、自然条件下にある開花株の小花は、風や雨の影響を受けて開花日やその翌日に花弁と雄ずいを離脱させた。また、小花の雌ずいは、開花日からゆっくりと柱頭を発達させた(第2図)。そこで、小花を雄ずい先熟タ



第2図 アシタバにおける開花から種子形成までの過程

イブかどうか判定するために、開花する小花に袋かけを行い、小花の開花日から1日ごとに異株の花粉を交配して、子房内の花粉管をアニリンブルー染色法で観察したところ、雌ずいは開花4~6日後に受精能力を持つことが明らかとなった(第2図)。このことから、アシタバの小花は雄ずい先熟タイプに分類することができた。

なお、無風のハウス内で開花させたアシタバの小花は、柱頭がある程度発達するまで、雄ずいや花弁が着生していることが観察された。

4) アシタバの受粉様式

一次側枝頂部の大花傘(6個)に袋かけを行ったところ、それらの花傘には全く種子が着かなかった。このことは、雄ずい先熟が自家不稔の一原因となり、虫媒花か風媒花、またはその双方の受粉様式を持つことが予想された。

5) アシタバの結実性

アシタバは、雄ずい先熟のため一つの小花単位で受精が行われることは困難といえる。そこで、同株の他の小花花粉及び他花の花粉を人工交配してみたところ、いずれの花粉でも結実することが明らかとなった(第2表)。

第2表 アシタバ種子の結実率

処 理	総種子 (粒)	正常種子 (粒)〔%〕	無 胚 種 子	
			大果(粒)〔%〕	小果(粒)〔%〕
交 雑	281	99〔35.2〕	67〔23.9〕	115〔40.9〕
セルフ	238	100〔42.0〕	47〔19.8〕	91〔38.2〕
放 任	284	76〔26.8〕	65〔22.9〕	143〔50.3〕

注) 交配は、1990年10月29日から11月2日にハウス内のポットで育てた実生2年生株の頂花傘を用いた。結実率の調査は、1991年1月5日に行った。なお、正常種子とは、果実肥大とともに胚乳が肥厚した種子を示した。無胚種子は、胚乳の無い種子で、果実が正常種子と同等の大きさを示すものを大果に区別した。()は割合を示す。

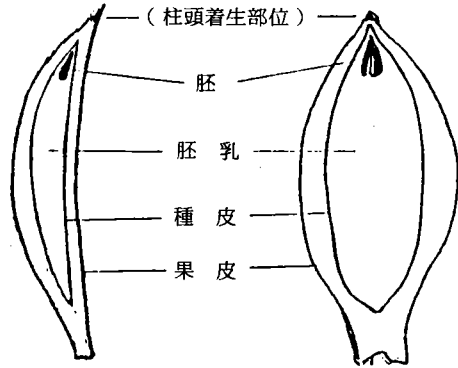
よって、アシタバは自家結実性と他家結実性の両方の特性を持つことが明らかとなった。

6) 果実の形状

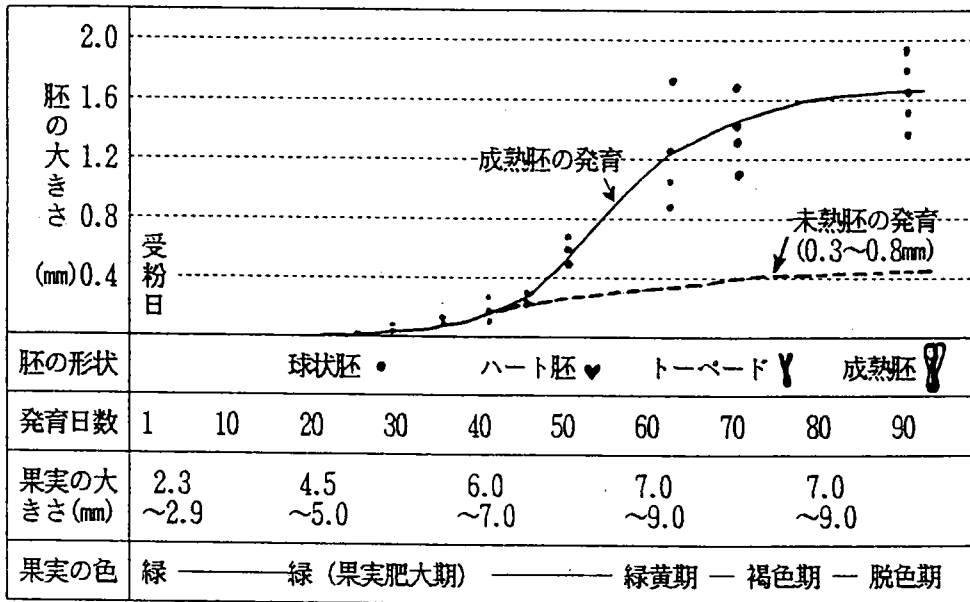
果実は単果の分離果であり、分果が裂開せず種子散布される。種子形態は胚乳種子で、地上子葉型の発芽形態を示す。果実は、長さ約5~10.3mm、幅4~7mmの範囲の大きさで、長楕円形の扁平である(第3図及び図版Ⅶ、Ⅷ)。

7) アシタバの果実及び胚の発育過程

アシタバの果実及び胚の発育過程の関係を第4図に示した。アシタバの果実の発育とその中にある胚の発育を観察すると、受精後の胚の発育は、果実の発育に比べてやや遅れて発育した。正常な胚発育を示す場合には、受精約25日後に球状胚、40日から50日後でハート胚、その



第3図 アシタバ果実の構造



第4図 アシタバの受粉後における胚と果実の発育との関係

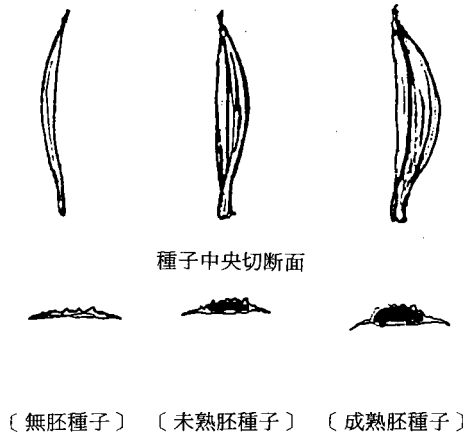
後トーペード型を経て約90日後に成熟胚が完成した。成熟胚は、約1.5mmから2.0mmの大きさで、第3図に示したような柱頭着生部位に近い胚珠の先端部に存在した。また、アシタバの完熟果実内の胚を観察すると、球状胚やハート胚で発育が停まっている未熟胚を多く観察することができた。さらに、未熟胚の簡単な見分け方として、果実の形状とそこにある胚を観察したところ、第5図に示したような果実の肥厚によりある程度区別することができた。

8) 開花、結実期と病害虫

八丈島におけるアシタバ栽培農家は、開花期から採種期に間に農薬散布を行う例はみられない。ここでは、今後の採種技術を考えるうえで、開花期から採種期に観察された主な病害虫を取りあげた(第3表)。

花傘が発達する頃から結実期に至るまで、ほとんどの花傘にアブラムシ類が多く寄生していた。開花期には、カナブン、カメムシ類も多く観察された。その他、害虫には限定できないが、ハエ類、ハチ(アブ)類、クモ類、

横からみた種子の形状



第 5 図 種子の外観と胚の成熟度

アリ等が多くみられた。また、病原性を示すものとしては、9月から10月頃に花茎の先端部が茎枯れを起こし、症状が著しい場合には、果実までが黒変を起す株をよくみかけることができた。この黒変した花茎や果実表面に着いた糸状菌を顕微鏡でみると、多数の *Alternaria* sp. が観察された。また、黒変した果実を発芽試験してみるとほとんどの果実は発芽しなかった。

9) アシタバの花粉特性

アシタバの花粉は0.03mm×0.015mm程度の大きさで、長楕円形を示した。また、花粉の発芽条件を調べるため、蔗糖8%と15%の寒天(0.8%)培地に、培地 pH4, pH5, pH6, pH7の4段階で、温度条件を10℃, 14℃, 18℃, 24℃, 30℃に設定したが、いずれも発芽した花粉はみられなかった。培地にカルシウムや硼酸を加えた区においても調べたが、花粉発芽は認められなかった(第4表)。

IV 考 察

1. アシタバの抽だい・開花について

アシタバの抽だいは、播種後1年以上経過した株において、植物体がある程度大きく生長した株であれば、早春(2月下旬から3月上旬頃)より開始される。つまり、アシタバは、他の多くのセリ科野菜と同様、植物体の大きさにより低温感応性が異なる。このことから、Vernalizationにおける低温感応性がGreen-plant-ver-

第3表 アシタバの開花・結実期の花傘にみられる主な病害虫

1. アブラムシ類	…… 多発	(その他)
2. カメムシ類	……… 多発	害虫ではな
3. カナブン	……… 多発	いがアリ,
4. ハエ類	……… 多発	アブ類, ク
5. アルタナリア菌	… 多発	モも多い。

第4表 アシタバの花粉発芽培地条件とその発芽率

培 地 組 成	発芽率
A (寒天1.5%+しよ糖8%), pH6.0	0%
B (寒天0.8%+しよ糖15%), pH6.0	0
C (寒天1.5%+しよ糖10%), pH4.0	0
D+ほう酸100mg/1+, pH5.0	0
E Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O 600mg/1, pH6.0	0
F " " , pH7.0	0
G " " , pH8.0	0

培養温度は10℃, 14℃, 18℃, 22℃, 30℃で行い、18℃区では照明区と暗黒区を設けた。

nalizatin type に属すると推察される。

しかしながら、実際の開花時期は、5月下旬から10月上旬の間にピークがみられている。また、花の着生は、主茎の頂花傘から主茎より発達した6次側枝頂部の花傘まで、長期にわたって進行する。これらの発育過程を考慮すると、アシタバは、低温の遭遇によって、いったん花成反応が起こると、その後の温暖長日条件においても引き続き節間伸長と花成を並行して行うものと考えられた。

例えば、アシタバと同じセリ科であるニンジンの場合において、倉田³⁾は、低温を花の分化の誘発的前措置として位置づけ、花序の分化は温暖、抽だいを伴って開始し、その後花茎の伸長と花序の発育が平行して急速に進むとしている。その際に、施肥量を少なくし、生育を緩慢にすると植物体内の質的条件が影響して抽だい率を低めることを認めている。

以上のことがらを時期的に推察してみると、アシタバはニンジンの抽だい特性とかなり類似していることがわかる。つまり、アシタバは、Green-plant-vernalizatin type に属するが、低温は、花芽分化を誘起させる要因であり、その後の温暖長日条件で抽だい、開花を促進させるものと考えられる。

2. 小花の特性と果実形成について

アシタバの小花は、雄ずい先熟であることが観察された。よって、一つの花では、受粉が不可能と考えられる。しかし、同株内の他花粉でも受精が行われることが

明らかになり、自家結実性をもつものと判断された。この点で、アシタバは、複散形花序を示すことや多数の側枝頂部の花傘を持つことから、他の花粉を受粉する機会には恵まれているといえる。

果実形成までの問題の一つには、未熟胚があげられる。多くの未熟胚は、外観上完成された果実にみえても、胚が球状胚からトーベード胚で発育が停止していることが観察された。これら未熟胚をもつ果実は、実際栽培における発芽率の低下をもたらす一原因と考えられる。ただし、発芽試験の観察によれば、トーベード胚の場合、発芽日数はかなり要するが、ある程度発芽がみられるようである。よって、実際には、球状胚やハート胚で発育が停止した未熟胚が問題である。

未熟胚をもつ植物としては、これまでに、サラシナショウマ、スハマソウ、アネモネ、オダマキ、デルフィニウム、シャクヤク、トリカブト、キバナセツブンソウ、朝鮮ニンジン、タラノキ、クロガネモチ、アメリカヒイラギ、ヤチダモ、朝鮮ゴミン、セイヨウマユミ、チェーリップ、またセリ科ではミシマサイコ等が知られている⁴⁾。一部の植物では、温度（高温、低温、変温）処理やジベレリン、カイネチン処理によって胚発育を促し、発芽率を高めることが報告されているが、アシタバについても今後検討する必要がある。

なお、受精時における花粉管の発育に及ぼす基礎的条件を明らかにするため、人工培地において種々の条件下で花粉の発芽試験を行ったが、いずれも発芽させることができなかった。岩波⁵⁾は、多くの植物で花粉の発芽条件等について解説しているが、セリ科植物での研究事例をみることはできない。また、青葉⁶⁾はニンジン花粉の発芽について調べているが、正常な花粉発芽を得ることができなかったとしている。おそらく、アシタバの花粉は、柱頭に含まれるある物質に反応して発芽を開始するものと考えられる。

3. アシタバの採種に係る問題点

八丈島におけるアシタバ栽培農家は、自家採種した種子を年内中にとり蒔きして、圃場の更新を図っている。現状では、採種のための施肥、整枝や病虫害駆除なども行っておらず、自然に放任しておいた株に着いた種子を収穫している状況である。

このため、開花期から結実期の株の状態を観察すると、多くの採種圃場では葉の着生が少なかったり、莖葉が黄化した株を多くみることができ、養分不足の傾向が見受けられる。また病虫害の発生も多くみることができ。

このような条件下では、優良な種子を採種することが極めて困難と考えられる。

例えば、ニンジン等では、採種のための整枝技術や施肥管理が一般的に行われている。また、開花・結実期における降雨期の長短や降雨量の多少は、採種収量に大きな影響を及ぼすことから、産地によっては雨よけ栽培も導入されている⁷⁾。この点で、八丈島の降水量は年間3262mm（東京の2.23倍）と非常に多いため、アシタバの雨よけ栽培による採種収量もかなり増大するものと推察される。

病害虫の視点から、例えばニンジンは、カメムシの一種の侵害により無胚種子が増えることが報告されている¹²⁾。病原菌と考えられる *Alternaria* 菌は、アシタバの莖葉や果実表面にかなり付着していたが、ニンジンの場合、種子の発芽率を著しく低下させることが報告されている^{8), 9), 10)}。また、一般に胚の発育は、気象条件や栄養条件に左右されるといわれる⁹⁾。アシタバにおける未熟胚種子の発生頻度もこれらの要因が関与しているものと考えられる。

よって、今後は、採種のための施肥管理や整枝技術、また、病害虫等の防除技術も十分に検討していく必要がある。

V 摘 要

アシタバは、伊豆七島で栽培される特産野菜の一つである。しかし、アシタバの生理生態的な特性に関する報告は少なく、未だ未解明な点が多い。本報では、アシタバの抽だい、開花並びに果実の発育特性に関する若干の新しい知見が得られた。以下にその概要を述べる。

1. アシタバは、Green-plant-vernalization type に属し、抽だいが低温によって誘起され、その後の温暖長日条件下で抽だい、開花が促進されるものと考えられた。
2. アシタバの小花は、雄ずい先熟であり、開花4日から6日後に受精が行われることが明らかとなった。
3. アシタバは、自家結実性を持ち、その受粉様式は風媒と虫媒が主体と考えられた。
4. アシタバの種子は、受精から約90日後に完熟種子になった。しかしながら、胚の発育は、発育途中で停止する未熟胚の存在が認められた。
5. アシタバの花粉は、種々の人工発芽培地上で発芽させることができなかった。よって、花粉の発芽は、柱

頭上のある物質に反応して起こるものと考えられた。

6. 自然条件下における開花，結実期の花傘には，病害虫が多く観察された。特にアブラムシ類，カメムシ類，カナブンと *Alternaria* 菌が多く，これらの病害虫による胚発育の不全や発芽力の低下が懸念された。

謝 辞

本論文の作成にあたり，御指導と御校閲を賜った千葉大学伊東 正教授には，衷心より厚く御礼申し上げます。また，本実験を遂行するにあたり，多大な御協力をいただいた八丈島園芸技術センターの大沢幸一氏，石野正喜氏に深く感謝する。さらに，本研究中に種々の御助言及び御援助をいただいた八丈島園芸技術センターの寺門和也氏，菊池泰三氏に深謝の意を表する。

引 用 文 献

- 1) 牧野富太郎. 1961: 新日本植物図鑑, 北隆館, 第41版(昭和60年), 444.
- 2) 青葉 高. 1983: 日本の野菜(葉菜類・根菜類), 八坂書房, 85-87.
- 3) 倉田久男. 1982: ニンジンの抽苔に関する研究, 香川大学農学部学術報告, 34(1) 73-77.
- 4) 中村俊一郎. 1985: 農林種子学総論, 養賢堂.
- 5) 岩波洋造. 1980: 花粉学, 講談社サイエンティフィック.
- 6) 青葉 高. 1957: 人参花粉の発芽について, 園芸学会秋発表要旨, 9.
- 7) 田邊康夫. 野菜種子生産研究会編. 1988: ハイテクによる野菜の採種, 誠文堂新光社.
- 8) 岸 国平編. 1988: 作物病害事典, 全国農村教育協会.
- 9) 鈴木芳夫. 1975: ニンジン, 農業技術体系, 農文協, 17-104.
- 10) 中村俊一郎. (杉山直儀編). 1967: 野菜の発育生理と栽培技術, 誠文堂新光社, 52-53.
- 11) 原 襄・福田泰二・西野栄正共著. 1986: 植物観察入門-花茎葉根-, 培風館, 1-112.
- 12) Flemion, F. and E. T. Henrickson. 1949: Further studies of embryoless seeds and immature embryos in the Unberiferae. *Coutrib. Boyce Thompson Inst.* 15, 291-297.