

# 雑草の発育生理学的研究(1)

アメリカセンダングサの発芽と光週期的花芽分化

杉野 守\*・芦田 馨\*

## Developmental-Physiological Studies on Weeds (1)

Germination and Photoperiodic Flower Initiation  
in Beggar-ticks, *Bidens frondosa* LINNAEUS

Mamoru SUGINO and Kaoru ASHIDA

### Synopsis

Some developmental-physiological characteristics of an alien weed, beggar-ticks, which is at present wide-spread in our country and familiar to us with its rank growth and the annoying tick-like seeds are investigated in the present study.

- 1) The germination of beggar-ticks seeds are favoured by relatively high temperature. They cannot germinate below 20°C and have an optimum germination temperature of around 35°C.
- 2) A definite pattern of seasonal changes in germination of the seeds was observed in the monthly germination tests. They germinate partly in the months from March to August and stay dormant in the remaining months. At 35°C, however, the seeds harvested in the previous year cannot maintain complete dormancy throughout the year.
- 3) By removal or chemical rupture (by means of sulfuric acid) of seed coat layers, or by washing or bathing the seeds for a day, the germination of seeds is improved remarkably.
- 4) The seed diffusate inhibits the germination of the intact seeds but not the seeds deprived of seed coats. Further investigations are required to clarify the mechanisms of inhibition occurring in the seed coat.
- 5) Germination of the seeds, especially those of the dormant seeds shortly after harvest, is remarkably facilitated by application of gibberellic acids.
- 6) The flower initiation of beggar-ticks plants never occur under condition of total long days. They require at least three days of eight hour's photoperiod for flowering and the critical day length for the short day induction appears to be between 12:45 and 13 hours so far as the present investigation goes.
- 7) The plants with fully developed cotyledonary leaves are the most sensitive to the short day induction. They initiate visible flower buds in two weeks after the short day treatment for one week.
- 8) The germination (or the dormancy) of beggar-ticks seeds are controlled by many external and internal factors and it may be thought that in the field they germinate partly and sporadically in the season. On the other hand, the flowering of beggar-ticks plants are controlled principally by the short photoperiods and the flower initiation occurs simultaneously in the population when the day length becomes short enough to induction.

## I 緒 言

農学、園芸学、林学などの分野で、個々の栽培植物や有用樹の生理学的研究が、古くより山積しているのは応用科学として、またその経済性を重んじる立場からも当然である。他方、基礎科学としての植物生理学的研究においても、多くの栽培植物が研究対象とされてきているのは、主に材料の入手、栽培管理および、遺伝的な均一性の面で長所があるためと考えられる。

これに対して、雑草も人間の居住地、農耕地にはびこり、また人類の文化の発生、発展に常にともなってきた<sup>1,2)</sup>、古くからの、しかも極めて身近にありふれている植物群である。特に農業においては、「それは雑草との戦いである」といわれる程現実的なかわりあいが深かった。それにもかかわらず、個別的な雑草種の生理生態的特性の究明が少なかったのは、多くの雑草が地味な外観で、ありふれて商品価値がなく、また、その害作用も、病害虫のように直接植物体にはびこって収穫物の品質(と商品価値)を、急落させる程のこともなく、それになりよりも、その防除方法が十把一からげに除草するより他に手がなかったためであろう。

近年、除草剤の開発が進み、農業におけるその利用が飛躍的に拡大するにつれて<sup>3)</sup>、——すなわち、雑草防除の省力化は、雑草を作物や有用植物との生理生態的特性の違いにおいて、薬剤または、機械により選択的に防除することにあるので——個別的な雑草種の生理生態的研究が、特に必要とされるようになったのである。このことは、除草剤の乱用が公害問題となって、その使用が厳く制約される今日となっても、ますますより少量で有効な利用をはかるためにも重要視されるのである。

このようなことから、現在、耕地雑草種については、その防除に重点を置いて、個別的な生理生態的研究が関係方面で進められている。筆者らは、このような点に加えて、耕地雑草や、特に多くの非耕地雑草が、栽培植物とは異なり、多様な環境条件に適應して、複雑ではあるが多様な発育パターンをもっているため、植物の発育生理学的研究の素材を探索する点からも、これら多くの雑草の発育生理学的特性をチェックすることは、有益であると考えられるものである。

アメリカセンダングサは、当大学の周辺の湿地に

多い雑草の1つとして、また繁殖や成長が旺盛であり、さらに採種、栽培管理が容易であるなどの点から、数年来、筆者らの研究材料としてきている雑草の1つである。今回は、この雑草種について、発芽および開花の日長反応に関して、基礎的な発育生理学的特性を報告する。

## II 実験材料と方法

アメリカセンダングサ *Bidens frondosa* LINNAEUS は、夏から秋に繁茂する1年生草本で、都市付近の空地、荒地、ゴミ捨場、路傍の水湿地に多発生する。耕地にはむしろ少ないが、近年は都市周辺の休耕地で大群落を作るのみならず、また、田舎の方でも自動車道路に沿って小群落がみられる。原産地の北アメリカでは、南カナダまで全土に広がっており<sup>4)</sup>、日本でも大正年代に帰来し<sup>5)</sup>、昭和初期には東京で珍らしかったが、またたく間に関東を中心に広がって、現在では、北海道を除き全国的に分布する<sup>6)</sup>。「センダンは双葉より芳し」というセンダンとは、葉の形が似ているだけで全く別種のキク科に属する植物である(Fig. 1)。英名Beggarticks(こじきのだに)の示すように、秋おそく直立展開した枝先に群生する頭花が、結実してできる特徴的な種子(実はそう果)(Fig. 1-C)が、「所用」で茂みに立寄った人々の衣服にくっつき、特にその種皮(果皮)や芒には、逆とげがあるので、毛糸などの衣服にもぐり込んで難じゅうさせられるまことに「芳しからぬ」厄介な雑草の1つである。

実験に用いられたアメリカセンダングサの種子は、八尾市内や近畿大学付近の野生群落から、完熟したものを採集し、これを硫酸紙の袋に入れて風乾状態で室内に置くか、または、乾燥剤(シリカゲル)を入れた密閉容器内で保存した。

発芽テストは、通常、径9cmのペトリ皿によく洗った川砂を半分ほど入れ、その上に濾紙を敷き、水で充分湿らしたものを発芽床とし、この上に50粒、または30粒の種子を播いた。これらのペトリ皿は、室内に置くか、または、二面ガラス、および五面ビニール張りの簡易恒温器(精度は、略士0.5および士1.0℃)に入れて発芽を待った。発芽の判定は、肉眼でみて幼根が種皮(果皮)を破って伸長したものをめやすとし、その個体数のパーセントで表わした。

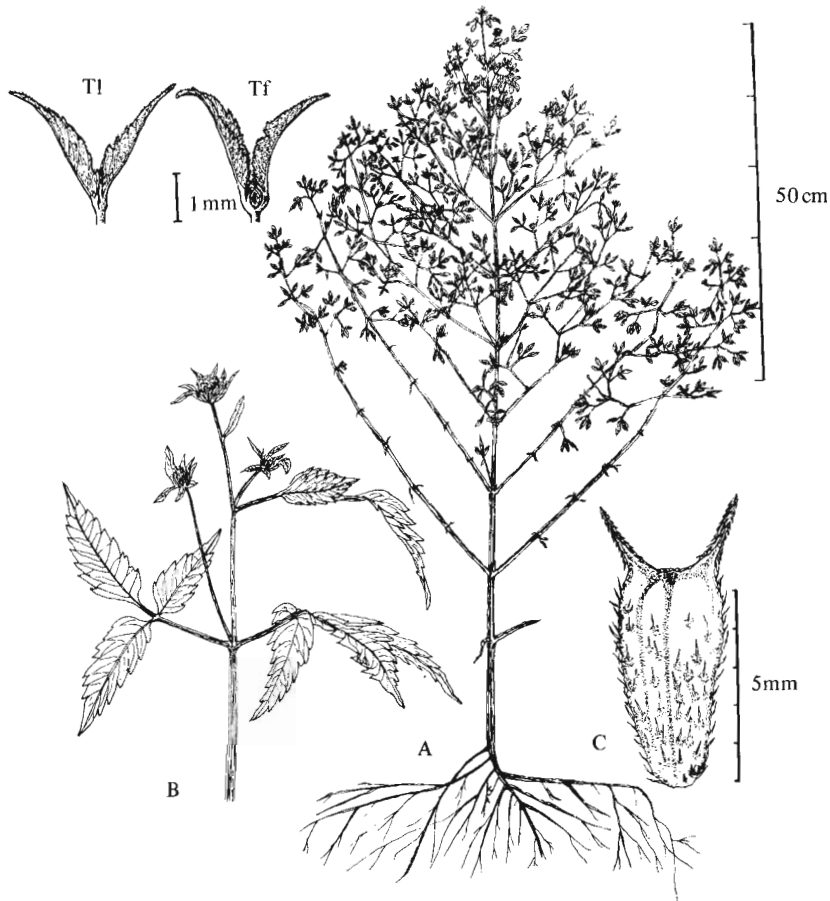


Fig. 1. Beggar-ticks, *Bidens frondosa* LINNAEUS.  
 A: intact plant, B: branch showing flowers, C: seed (achene), TI: terminal bud with leaf initials, Tf: terminal bud with flower initials.

次に、アメリカセンダングサの開花の日長反応性を調べるために、まず、大学周辺地のさかんな栄養成長をしている野生群落から、均一な植物体を選び、これらを川砂を入れた径12cmのビニール鉢に1本ずつ移植した。元来この植物は、非常にタフで特に施肥しなくても、ポットの下に水を張って、十分に（過分でもよい）水を与えておけばよく育ち、その栽培管理が大へん容易である。この他に、目的により、実験室内で発芽した植物をポットに移植して育てたものも実験材料とした。これらの場合、材料植物は、いずれも日長処理に先だって、長日条件下に置いた。

日長条件の設定は、長日区として、昼の自然光に加えて白熱電球で終夜照明をした。また、短日区は、 $1 \times 1 \times 1$  mの暗箱に植物を出し入れし、例えば8時間短日の場合、午前9時から午後5時まで戸外の自然光を与えた。その他の日長区で、自然日長より長い場合は、不足時間を電球照明で補光した後暗箱に入れた。また、アメリカセンダングサの開花反応を早期に判定するため、花芽分化後肉眼で判定できる頭花の発育段階に達した状態 (Fig. 1, Tf) をもって開花反応のめやすとし、このような花分化した個体数のパーセントをもって開花率とした。

### Ⅲ 実験結果

#### アメリカセンダングサの発芽特性

1. 種子の大きさと重さ 野生群落より採集した種子の大きさは、同じ頭花内や、株によって多少変異があり、また、Table 1に示すように、収穫年度（群落の違い）、貯蔵条件によっても若干の差はみ

られるが、特に有意差はない。しかし、種子重量は、1,000粒重が1,275mgから2,981mgまで2倍以上の差がみられて変動が大きい。また、貯蔵条件としては、乾燥容器中で保存した方の重量が大であるのは、呼吸損失の少ないことを考えると当然であろう。

Table 1. Size and weight of the beggar-ticks seeds in storage. All seeds were measured on the 29th of December 1972.

Dates of harvest	Storage Conditions	Sizes (in mm)		Fresh weights in mg of 1000 grains
		Length	Width	
Nov. 16, 1965	Room air	5.6 ± 1.0	2.3 ± 0.3	1717
	Dry box	5.7 ± 1.1	2.2 ± 0.3	1732
Nov. 11, 1966	Room air	6.0 ± 1.3	2.3 ± 0.4	2727
Oct. 20, 1967	Room air	5.4 ± 0.7	2.3 ± 0.4	1753
Nov. 7, 1968	Room air	6.5 ± 0.9	2.1 ± 0.5	2079
Nov. 13, 1969	Room air	5.0 ± 0.8	2.0 ± 0.3	1275
	Dry box	5.5 ± 0.9	1.8 ± 0.3	1543
Oct. 12, 1970	Room air	5.8 ± 0.7	2.0 ± 0.3	1997
	Dry box	6.0 ± 0.8	1.9 ± 0.2	2007
Nov. 10, 1971	Room air	6.1 ± 1.0	2.3 ± 0.4	2429
	Dry box	5.9 ± 1.0	2.4 ± 0.4	2981
Nov. 5, 1972	Room air	5.4 ± 1.0	2.1 ± 0.3	1896
	Dry box	5.3 ± 0.8	2.2 ± 0.3	1851

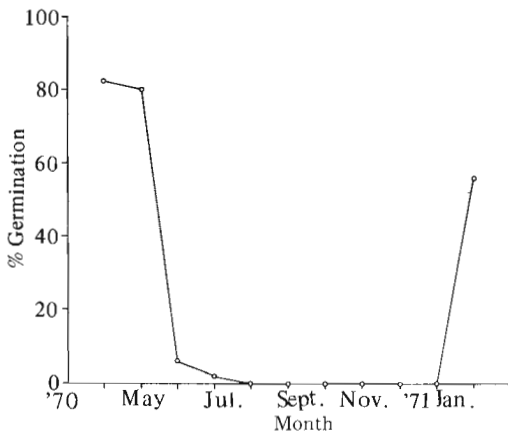


Fig.2. Germination of the beggar-ticks seeds in 30 days at the monthly seedings. The seeds were collected at the 13th of November 1969 from a field population in Yao city. At the beginning of the months from April 1970 to February 1971, the seeds were sown on moist sand in 90 mm petri dishes and placed on the side table near the window of west side in a room.

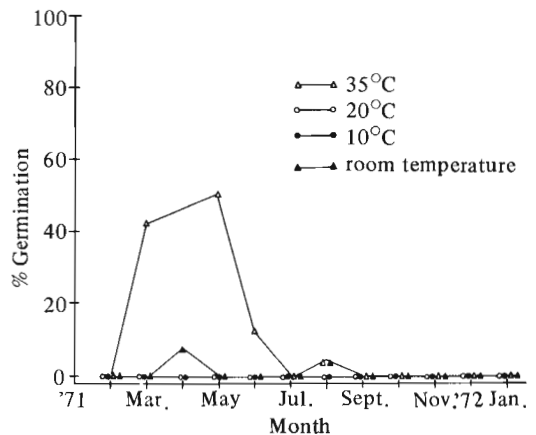
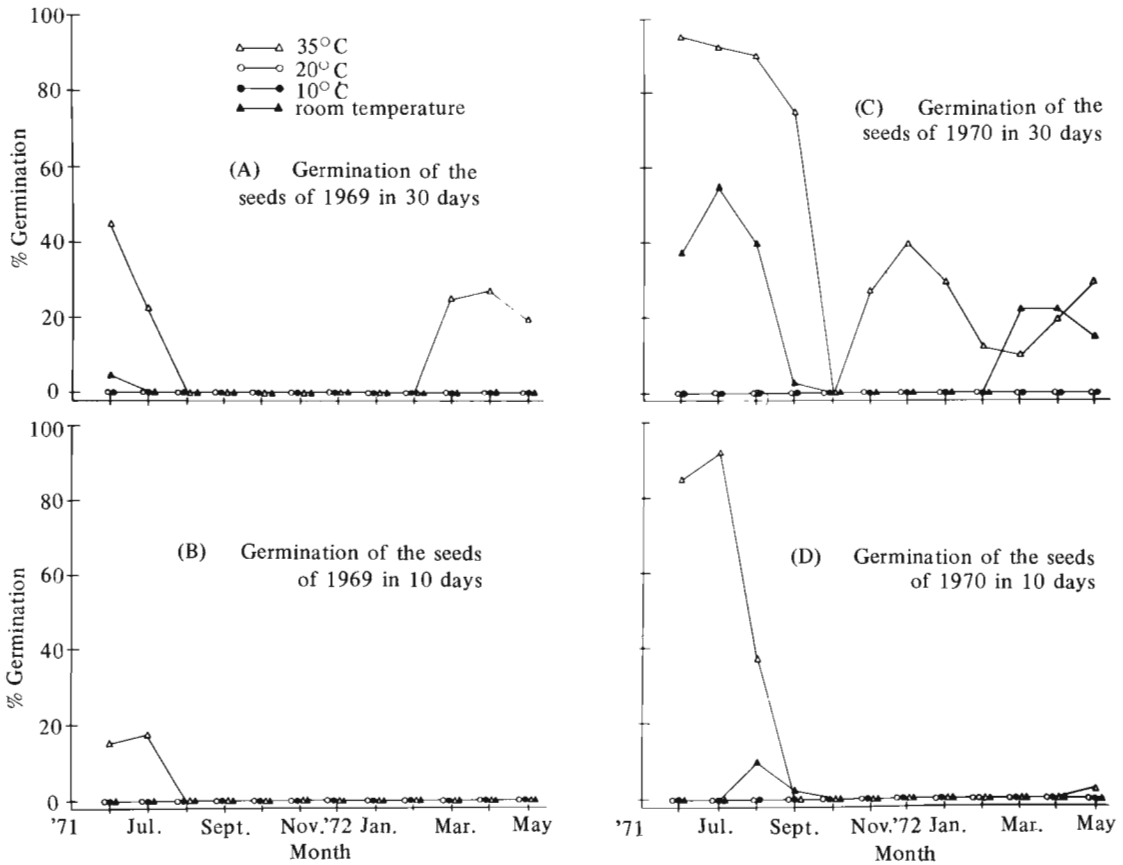


Fig.3. Germination of the beggar-ticks seeds in 30 days at the monthly germination tests from the beginning of the months of February 1971 to the January 1972. The seeds were harvested at 4, Nov., 1970. The seeds sown in the petri dishes were placed in the thermostats with controlled temperature of 10, 20 and 30°C and in the room (without controlled air temperature), respectively.



**Fig.4** Germination of the beggar-ticks seeds in 10 and 30 days at the monthly germination tests from June 1971 to May 1972. The seeds harvested in both the year of 1969 and 1970 were sown in the petri dishes and then placed in the thermostatts with controlled temperature of 30, 20, 10°C and in a room, respectively.

2. 風乾貯蔵種子の発芽の季節的消長 1969年11月、八尾市内の路傍の群落より収穫した種子を風乾貯蔵し、1970年4月から1971年2月まで、毎月始めに前述の方法で発芽テストを行ない、1ヶ月の締切り日でその発芽率を測定した結果をFig. 2に示す。この場合、播種したペトリ皿は、室内の西側の窓際に置かれたため、晴天時には、隣接建物の関係もあって、午後2～3時間の直射光を受け、ペトリ皿内の温度は室温よりかなり高くなったと考えられる。Fig. 2より、アメリカセンダングサの種子の発芽は、明白な季節的变化——発芽の周期性があり、この場合には、2月から5月にかけてよく発芽し、6、7月は激減して、8月から1月までは休眠状態であった。

次に、このような年間発芽率の消長を、発芽温度

との関係において、さらに詳しく調べるために、1971年2月から1972年1月まで、月別発芽テストを行なった。ただし、テスト用種子は、前年の1970年11月に近畿大学付近の野生群落より採集し貯蔵したものである。また、発芽温度区設定のために、10°C ± 0.5°C、20°C ± 0.5°C、30°C ± 1°Cに調節した室内光の当たる恒温器を用いた。また、室温区は、直射日光の受けないテーブルの上にペトリ皿を置いた。これらの、おのおの温度区での年間の発芽率の消長は、Fig. 3に示される。この図よりアメリカセンダングサの発芽は、高温によって促がされ、20°C以下の恒温下では、年間を通じて全く発芽がみられない。また、30°C区における発芽は、前年度の場合と似た3～5月の期間の発芽のピークを示したが、室温区では、4月と8月にごくわずかの発芽を示しただけであった。

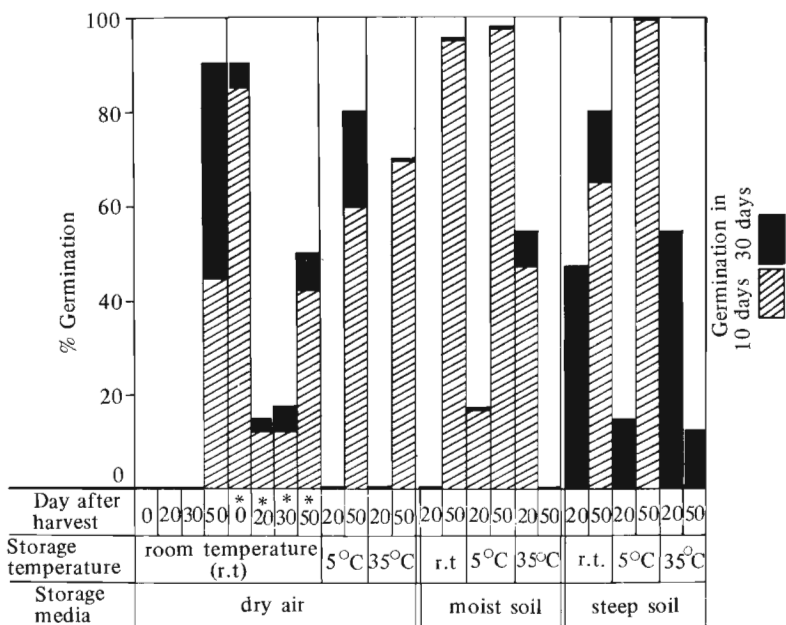


Fig.5. Germination of the beggar-ticks seeds kept in the different storage conditions. The seeds were harvested at the 10th of November 1971 from a field population in Yao city. They were sown in the petri dishes and placed in a thermostatt with a controlled temperature of 35°C.

\* The seeds were washed in tap water for a day before seeding.

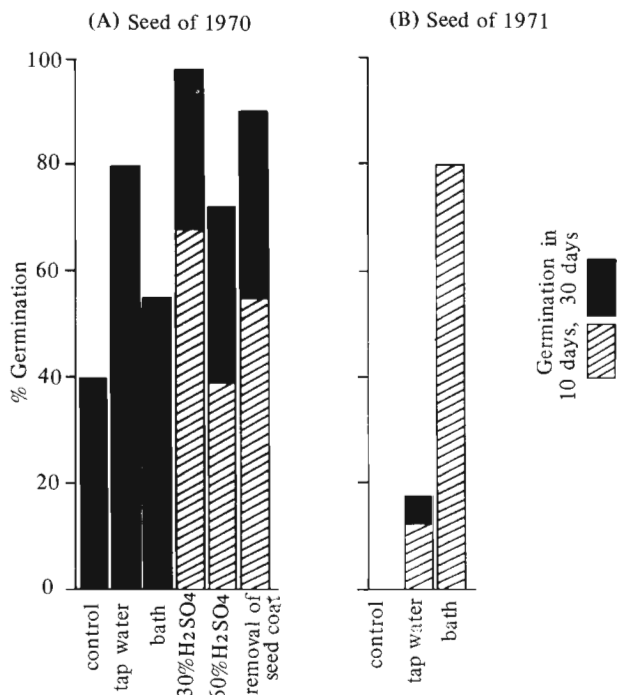


Fig.6. Effects of the seed preconditionings on the per cent germination of beggar ticks seeds at 35°C. The seeds used were harvested at the 3rd of November 1970(A) and the 10th of the November 1971(B). Prior to the germination test conducted on the 10th of December 1971, the lots of seeds were either soaked in running water or dipped in a bath without further heating for a day, or after dipping into the solution of 30% or 60% sulfuric acid for ten minutes, washed in tap water, or deprived their seed coats.

次に、アメリカセンダングサが、かなりの高温でよく発芽することから、1971年5月に、30℃、35℃、40℃の恒温器で予備的発芽テストを行なったところ、40℃では、全く発芽はみられず、35℃がもっとも著しい発芽がみられた。また、種子の古さも発芽に影響すると考えられるので、1971年6月より1972年5月まで、前年(1970年)、および前々年度(1969年)産の種子を用いて、35℃、20℃、10℃、および室温区で、さらにくり返し月別発芽テストを行なった。これらの結果をFig. 4に示す。図より次のことが明らかである。1) 20℃以下の温度では、前回同様全く発芽はみられない。2) 風乾貯蔵種子の場合、収穫年度が古くなると、明らかに発芽率が低下する。収穫後2年目の種子は、1年目のものに較らべて、35℃の発芽適温下でも、発芽する季節の範囲が狭くなる。また、発芽率も半分以下に低下する(Fig. 4, A, C)。3) 前年度の種子の場合は、室温区で9月から2月の休眠期を除き、7月をピークとして3月から8月に若干の発芽がみられた。また、35℃に置くと、10月を除いて完全な休眠はみられなかったが、発芽の盛期は、室温のそれとほぼ一致している(Fig. 4, C)。

3. 種子の貯蔵条件による発芽率の変化 1971年11月10日に、八尾市内の野生群落より採集した種子について、収穫後の日数、貯蔵温度、貯蔵水分条件の発芽に及ぼす影響を調べた結果をFig. 5に示す。この場合、風乾区は、乾燥した種子をそのまゝ、パットに入れて室内および、5℃、35℃に調節した恒温器に置いた。湿潤土区は、径12cmのビニール鉢に底より川砂2cm、パーミキュライト2cmの厚さの層を作り、真中の(パーミキュライト)層中に、ガーゼに種子を包んで入れ、水が全体に湿るように加えた。湛水区は、300ccのピーカーに前と同じような層を作って種子を入れ、その上1cmの深さに水を加え、これらのものを、各貯蔵温度区に置いた。

Fig. 5より次のことが明らかである。1) 収穫直後は種子の休眠が強く、乾燥保存の場合は、30日迄休眠性が維持され、35℃の発芽適温においても全く発芽しない。しかし、50日を過ぎると、高温に置かれた場合は、かなりさかんに発芽をする。2) しかし、播種前に1日流水で洗うと、むしろ収穫直後に高い発芽を示し、20日、30日では低下し、50日目でも、回復する。3) 貯蔵温度は、乾燥保存種子で低温(5℃)でも高温(35℃)でも(高温がや、発芽

が悪くなるが) 大きな違いはない。しかし、湿った土中や湛水中では、5℃保存が高い発芽率を示すのに対し、35℃で保存した場合は、発芽能力が激減する。

4. 種子の前処理の発芽に及ぼす影響 1971年12月10日、前年度(1970年11月3日)および当年度(1971年11月10日)収穫した種子を用い、それらの発芽テストに先立って、24時間水洗、24時間温浴浸、濃硫酸による種皮処理および種皮除去を行ない、その後通常の方法で播種し、35℃で発芽を調べた。Fig. 6にみるように、いずれの処理も対照の無処理区よりも発芽促進効果があった。また、収穫後1ヶ月の種子については、無処理区が全く発芽しないのに対して、温浴の効果大きい。

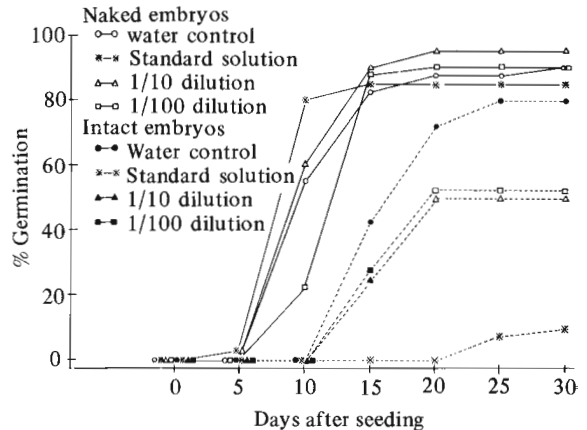


Fig. 7. Effects of the seed diffuzate on the germination rate of beggar-ticks seeds. The seeds were harvested in 1970 and the routine germination test was conducted on the 10th of December 1971. A standard test solution of the seed diffuzate was prepared by dipping the 10 gr of seeds into the 150 ml of distilled water for three days. Before the test, the intact seeds and those of deprived seed coats (naked embryos) were washed in running water for 24 hours and then sown on the sand moistend with the variously dilluted test solutions, respectively in the petri dishes.

5. 種子浸出液の発芽に及ぼす影響 前年度(1970年)産の種子10grを150ccの蒸留水に3日間浸し、その浸出液を標準原液とした。一方同年度産種子を、あらかじめ24時間水道水で洗った後、種皮を除去したものと、そのまゝのものに分け、これらの種子をペトリ皿内の濾紙上に播いた。この濾紙に、それぞれ浸出液、1/10希釈液、1/100希釈液および水道水を十分に浸した後、それらのペトリ皿を35℃恒

温区に入れた。Fig. 7より、種皮除去のものは、いずれも発芽が促進され、浸出液の抑制効果はみられない。しかし、種皮をもつものに対しては、特に浸出原液の顕著な抑制効果がみられた。

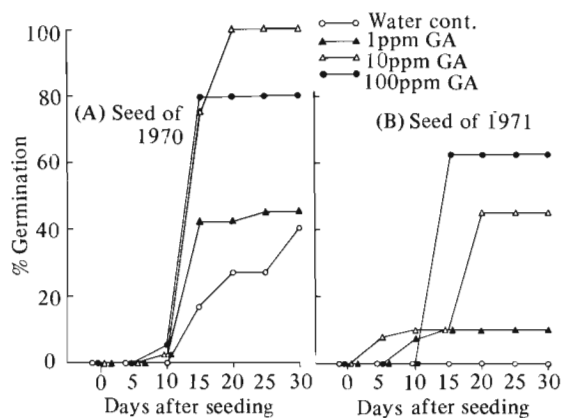


Fig. 8. Effects of the gibberellic acid(s) (G A) on the rate of germination of beggar-ticks seeds. They were harvested at the 3rd of November 1970 (A) and the 10th of December 1971, all the seeds were sown on filter papers moistend with tap water, 1, 10, and 100 ppm solutions of GA, respectively in the petri dishes and placed in the thermostatt with a controlled temperature of 35°C.

6. ジベレリンによる発芽促進作用 休眠種子に対するジベレリンの発芽促進作用が報告されている<sup>7,8)</sup>。このことを、アメリカセンダングサの種子で調べるために、市販ジベレリン剤(協和ジベレラ)を用い、ジベレリンの100, 10, 1 ppm溶液を作った。発芽テストは、前年実験と同じく、前年度(1970年)および当年(1971年)産種子を用い、それぞれ各濃度のジベレリン液を浸したペトリ皿内の濾紙上に、そのまゝ播種した後35°Cに置いて1971年12月10日より観察した(Fig. 8)。図より明らかなように、ジベレリンは、アメリカセンダングサの発芽を促すが、特に若い休眠種子において、その作用は顕著であった。

7. その他の条件とアメリカセンダングサの発芽 雑草の発芽は、季節的にも外的、内的諸要因のいろいろな組合せによって、かなり変動するので、確定的な結論は今後にまたねばならないが、アメリカセンダングサについて、次のようなことが観察された。

1) 明暗条件と発芽 1971年11月10日、明暗条

件下(暗条件は黒紙でシヤーレを包む)、35°Cで発芽テストを行なったところ、10日間の締切りで、明区では27%の発芽であるのに対し、暗区では10%の発芽であった。

2) 変温の影響 1971年10月16日、前年度種子について、20°Cと30°Cの恒温区、8時間20°C→16時間35°C、8時間35°C→16時間20°Cの変温区に置いて、通常発芽テストを行なったところ、10日目締切りで、恒温区はいずれも全く発芽はみられなかった(この時期は、30日締切りにおいてもアメリカセンダングサの発芽のみられない休眠期にあたる)(Fig. 4, C, D)。しかし、変温区では、35%~75%のさかんな変温の発芽促進作用がみられた。

#### アメリカセンダングサの花芽分化の日長反応性

この植物は、夏日さかんに栄養成長をし、秋になると一斉に開花し結実するので、短日植物であることは容易に想像される。しかし、発育生理学的研究材料としては、具体的に、日長反応の特性をおさえておく必要があるので、先ず、次のような基礎的実験を行なった。

Table 2. Effects of photoperiodic treatments on the per cent flowering of "young" beggar-ticks plants. The plants of a uniform size were collected from a fiel population near Kinki University, Osaka, on the 14th of July 1969 and transplanted in sandy soil in plastic pots. They had developed to an average 2.6 nodes at the 28th of July when the photoperiodic treatments started. After the inductive treatments all plants were kept under long days.

Photoperiods Days (of the induction)	No. of plants	% of the plants with flower buds in days after the start of induction			
		0	21	28	60 days
Long Days	7	0	0	0	0
8h - 1D	7	0	0	0	0
8h - 3D	7	0	0	85.7	85.7
8h - 6D	7	0	71.4	100	100
10h - 6D	7	0	85.7	100	100
12h - 6D	7	0	42.9	100	100
14h - 6D	7	0	0	0	0

\* Long day was consisted of natural day and supplemental night illumination by incandescent lamps.

8. 若い植物の日長反応性 1969年7月14日、近畿大学周辺のさかんな栄養成長をしている野生群落から、均一な、子葉の充分展開している幼植物を



選び、砂を入れたポットに移植した。これらを、長日条件に2週間置いた後、7月28日に、8時間日長1日処理から14時間6日処理までの異った日長条件におき、その後、すべて長日条件に置いて花芽分化を観察した (Table 2)。この結果、アメリカセンダングサは、8時間短日3日処理で、すでに処理開始後4週間目に大部分の個体が肉眼で判別できる花蕾を分化させた。また、有効な短日限界時間は、12時間と14時間の間にあることがわかった。

9. 成植物における日長反応性 前年(1969年)に引き続いて、アメリカセンダングサの成長段階の進んだ植物の日長反応性を調べるために、1970年4月30日に発芽した植物を7月22日まで長日下で育て、約5節まで達したものについて、異った日長処理による花芽分化反応を調べた (Table 3)。表より、8時間短日の場合は、4日処理ではじめてごくわずかの花芽分化がみられ、8時間-6日処理でも、前年度実験よりも遅く、より低率の花芽分化を示した。また、この場合の限界短日の日長は、12時間30分と13時間の間にある。

**Table 3.** Effects of photoperiodic treatment on the per cent flowering of "old" beggar-ticks plants. The plants were germinated on the 30th of April and grown under long days to have about five nodes on the 22th of July 1970, when the treatments started. After the inductive treatments the plants were kept under long days.

Photoperiods Days (of the induction)	No. of plants	% of plants with flower buds in days after the start of induction			
		0	28	35	42 days
Long Days	6	0	0	0	0
Natural Days	6	0	0	0	0
8h - 2D	6	0	0	0	0
8h - 3D	6	0	0	0	0
8h - 4D	6	0	0	16.7	16.7
8h - 5D	6	0	0	0	33.3
8h - 6D	6	0	33.3	50	50
9h - 6D	6	0	16.7	33.3	33.3
10h - 6D	6	0	16.7	33.3	33.3
11h - 6D	6	0	16.7	100	100
12h - 6D	6	0	0	100	100
12½h - 6D	6	0	0	83.3	83.3
13h - 6D	6	0	0	0	0
13½h - 6D	6	0	0	0	0

10. 異った成長段階の植物に対する短日の花芽誘起効果 1970年5月6日、野生群落より、成長段階の異なる植物を選び、3つのグループに分けて移植した。これらの植物は、5月28日迄長日で育てた後、8時間短日7日間の短日刺激を与え、その後、ふたたび長日に置いて花芽分化を観察した。対照区としては、処理期間も長日に置いたもの、その期間だけ自然日長(14時間21分±5分)に置いたものをとった。この結果を、Table 4に示す。表より、花芽分化に対する短日効果は、若い成長段階程顕著に、あらわれたことがわかる。子葉が十分に展開した、平均節数2.2のもので短日処理開始後21日目に100%の花蕾が分化したが、平均4.5節まで成長した植物では、52日目になってやっと32%の花芽分化がみられたに過ぎなかった。長日、自然日長区では、当然全く花芽は分化しない。

**Table 4.** Effects of the photoperiods on the per cent flowering of beggar-ticks plants in the different growth stages. The plants were collected from a field population and grouped into three classes according to their growth stages. On the 22th of May 1970, one lot of plants in each stages were subjected to 8-hours short day (SD) for seven days and then kept under long days. Other lots of plants were kept under either natural day length (ND) or long days (LD).

Growth stages (No. of nodes)	Photo-periods	No. of plants	% of the plants with flower buds in days after the start of induction				
			7	21	28	40	52 days
I* (2.2)	SD	12	0	100	100	100	100
	ND	12	0	0	0	0	0
	LD	12	0	0	0	0	0
II (2.8)	SD	11	0	0	40	60	100
	ND	10	0	0	0	0	0
	LD	10	0	0	0	0	0
III (4.5)	SD	19	0	0	0	0	32
	ND	19	0	0	0	0	0
	LD	19	0	0	0	0	0

\* The plants had an average node number of 2.2 and fully developed cotyledonary leaves at the start of the induction.

11. 異った成長段階にある植物の異った日長条件における花芽分化反応 前年度までの実験結果にもとずき、総合的にアメリカセンダングサの開花

に影響する短日の限界条件を、この植物の生長段階との関連において調べるために、次の実験を行なった。1971年4月24日、5月15日、7月1日の異った時期に播種し、発芽したものをポットに移植して長日条件で育て、成長段階の異なる3つのグループの植物を用意した。1971年7月22日、短日刺激を与えた時期において、もっとも若い植物は、播種後12日目の子葉が展開したばかりの幼植物であり、もっとも古いものは、発芽後78日目の6節まで伸びたかなり大型の植物であった。これらの植物の異なる短

日刺激に対する花芽分化反応を、Table 5に示す。表より1) 前回同様子葉段階のものは、その他成育の進んだものより少い短日刺激で顕著な花芽分化を示した。2) しかし、子葉が充分展開して、さらに2節位の本葉をもつものにくらべて、限界日数は多くなっている。3) 4節以上6節まで成長した植物は、“短い”(例えば8時間)短日より長い短日(例えば12時間)によく反応している。4) アメリカセンダングサの限界短日日長は、この実験で12時間45分と13時間の間にあることが、さらに確認された。

**Table 5.** Effects of the photoperiodic treatments on the per cent flower initiation of beggar-ticks plants in the different growth stages. On the 12th of July 1971, the plants were subjected to the different photoperiodic inductions and then kept under long days again.

	Seeding dates		1 July				15 May		24 April	
			cotyledonary		4 nodes	5 nodes		6 nodes		
No. of plants	10		12	4		8				
Days from the start of induction	27		65	27	65	27	65	27	65	
	% of the plants with flower buds in the photoperiodic treatments	LongDays	0	0	0	0	0	0	0	0
6h - 3D		0	0	0	0	0	0	0	0	
7h - 3D		0	0	0	0	0	0	0	0	
8h - 3D		0	0	0	0	0	0	0	0	
8h - 4D		0	0	0	0	0	0	0	0	
8h - 5D		100	100	0	0	-	-	0	0	
8½h-4D		0	75	0	0	0	0	0	0	
12¼h-6D		100	100	75	100	100	100	100	100	
12½h-5D		0	0	0	0	100	100	100	100	
12½h-6D		90	90	0	72.7	100	100	75	100	
12¾h-6D		40	70	91.7	100	-	-	100	100	
13h - 5D		0	0	0	0	0	0	0	0	
13h - 6D		0	0	0	0	0	0	0	0	
13½h-6D		0	0	0	0	0	0	0	0	

12. アメリカセンダングサの葉の位置による日長感受性 成植物と幼植物との短日感受性の差が、葉の節位の違いによるものなのか、あるいは、短日処理後の長日を受ける葉の在否によって変わるかどうかを調べるために、野生群落から9節まで成育した均一な植物体を選んでポットに移植した。これらをFig. 9右図に示すように、先端の一对の未熟葉を残して他を除葉したもの、基部の一对の成熟した本葉を残して他を除葉したもの、および全葉区の3グループに分け、1970年7月22日から7日間8時間短

日処理をし、その後直ちに各区の半数は常に除葉し、半数はそのまゝにして、長日下に置いた。これらの植物の花芽分化の結果をTable 6、およびFig. 9に示す。この実験の範囲では、いずれの場合も短日に反応して花芽分化をし、葉の節位による顕著な差はなかったが、短日処理後長日葉のない方が、や、早く花芽分化がみられた(Table 6)。しかし、花芽数については、未熟葉よりも成熟葉の方が、また葉が多く、長日葉がついた方が、より多くの花芽数がみられた(Fig. 9)。

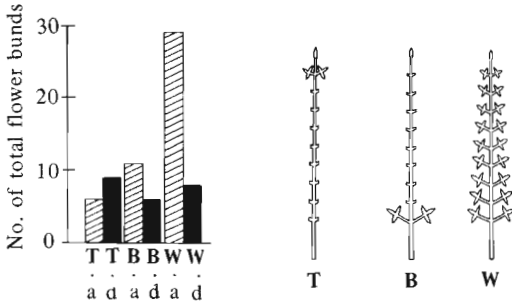


Fig.9. Flower initiation in the beggar-ticks plants subjected to a short day induction to the leaves at different (node) positions (see the explanation in Table 6).

Table 6. Effects of the photoperiodic induction on the beggar-ticks plants with the leaves at different (node) positions. The plants having a uniform size and nine node number were collected from a field population. They were grouped into three classes by removing the leaves as follows,

- T: all the leaves except a pair of top (young, immature) leaves were removed.
- B: all the leaves except a pair of basal (old, mature) leaves were removed,
- W: whole leaves were remained. From the 22th to 28th of July, 1970, they were subjected to 8-hours photoperiodic induction and then kept under long days when half of the plants in each class were removed all the leaves developed.

Leaf positions	Leaves after the induction	No. of plants	% of the plants with flower buds in the days after induction			
			0	14	28	42days
T	attached	4	0	0	25	100
	detached	4	0	0	50	75
B	attached	4	0	0	0	100
	detached	4	0	25	50	75
W	attached	5	0	0	40	100
	detached	5	0	0	100	100

IV 考 察

種子は、植物の繁殖器官である、と同時に不良な季節や環境条件を回避するための休眠器官である。種子(や芽)の休眠によって「時節到来」を待つ能力は、運動して好適環境を選ばない植物の、それぞれの環境条件に対する進化的適応の所産である。さらにまた、多くの栽培植物の種子のように、人為的な淘汰によって、休眠性の少なくなったもの<sup>9)</sup>とは

異なり、野生植物の多くは、例えば、好適季節がおとずれても、かならずしも齊一に発芽せず、散発的に幅広く発芽して、発芽後の成育条件の不安定さにそなえている。このような点から、野生植物の種子では、不安定な環境条件の変化に対して、発芽促進よりも、発芽抑制のしくみが大切であり、しかも、それは、1つの植物において、one pointではなく、many pointsの発芽抑制機構があると考えられる。

種子の発芽、休眠の機構については、これが実験材料として極めてとり扱いやすいという点もあって、多くの研究がなされている<sup>10)</sup>。このような結果から、現在、種子における休眠の内的コントロールのしくみは、大別すると、1) 水や酸素に対する透過能(permeability)による制約、2) 抑制物質を含む種々の成長調節物質による制約、3) 物理的に胚の伸長を抑えることによる制約、に分けられる<sup>11)</sup>。しかし、これらの内的な制約機構は、水、酸素、温度、光、化学物質、機械的作用(種皮破傷など)等の外的条件のからみあいにおいて、植物種やその生理状態により、その方法、程度が実に多様である<sup>10)</sup>。

次に植物、特に一年生植物の開花も、季節変化に適応した、また、植物種の多様さを反映した多彩なタイミングをもって行われる現象である。しかし、この季節的反応は、種子の場合とは異なり、野生植物といえども、多くのものは、多少の局地的(edaphic)な環境条件の差を超えて、地域的にかなり齊一に開花し(受粉して)結実する。多くの植物の、このようなはっきりした開花反応は、種子の休眠-発芽のしくみにくらべて、それに影響する外的要因の内もっとも季節的な情報—例えば日長—に、かなり決定的に影響されるしくみをもっているためと考えられる。

本実験では、まずアメリカセンダングサの発芽の季節的消長が明らかにされ、室温区についてみると、大体3月~8月にわたって最高60%にみたぬ、かなり低率の発芽があり、他の月は休眠している(Fig. 2, 3, 4)。このような季節的变化は、この植物の発芽の温度特性、すなわち、20℃以下では全く発芽せず、35℃前後に発芽の適温があることによって、ある程度説明できる。しかし、35℃の発芽温度でも、種子の年令、水や光の条件、種子の物理、化学的な処理によって、また、季節によって、多様に変化するのがみられた。これは、休眠において、発芽の抑制機構が単一のものでなく、いくつかの点でチェッ

クされることを裏づけている。この植物の野生群落では、植物体の大きさや、生長段階（節数）の異なる植物が、容易に採集できるが、それは、地形的な（陽当たりなど）微気象条件、または、機械的な種皮の破損などによって、発芽時期がかなり異なるものが含まれているせいであろう。アメリカセンダングサの種皮（果皮）に存在すると思われる<sup>12</sup>発芽抑制物質群（Fig. 7）や、これらとジベレリンなどの成長調節物質との関係の究明は、今後に残された問題である。さらに発芽、休眠に影響する光の質、量、および光週期性の検討も必要である。

アメリカセンダングサの開花について、本実験では、この植物が典型的な短日植物であることが確認された。長日（連続光）のもとでは、冬を越しても、なお旺盛な栄養成長を続けて全く開花しない反面、短日にはかなり敏感で、幼植物の場合（子葉が十分に展開した）は、8時間短日3日でかなりの花芽分化率を示す（Table 2）。また、短日の限界日長として、本実験の範囲では、12時間45分と13時間の間にある（Table 5）。このような日長反応の特性は、この植物の野生群落が、発芽の場合とは対照的に、地域的に齊一に開花することを裏づけている。また、当地方（大阪）では、天文日長とそれに常用薄明を加えた日長が、13時間以下になるのは、それぞれ9月初旬と下旬になる。アサガオのように<sup>13</sup>、朝の薄明のみが有効なものもあるので、今後の検討を待たねばならないが、大体9月中旬に短日誘導を受け10月に花芽分化を進行させると考えてよいであろう。

アメリカセンダングサの日長反応特性は、まだ基礎的なデータの収集の段階にあり、温度、光の質、量等について、さらに詳しい実験を必要とする。しかし、この植物は、代表的な研究材料であるアサガオ<sup>14</sup>と同じく子葉が短日に敏感に反応すること、材料の栽培管理が容易であり、枝を水に浸けるだけで栄養繁殖ができ、また、接木の活着率も高く、一枚の葉でも充分短日刺激が可能である（未発表）ので、今後、この方面の研究材料として、たいへん有望な植物の1つである。

## V 要 約

都市周辺に普通にみられる外来雑草のアメリカセンダングサについて、発芽と開花の基本的な発育生理学的特性を調べた。

1. この植物の発芽は、かなりの高温によって促

される。20℃以下の温度では、年間を通じて全く発芽せず、これまでの実験範囲では、35℃前後に発芽の最適温がある。

2. 室温区、30℃の亜最適温区、および前々年度の古い貯蔵種子では、発芽に明らかな季節的消長を示し、3月～8月には、60%以下の低率の発芽をし、9月～2月は、大体休眠期である。しかし、35℃に置かれると、前年産の新しい種子の場合、発芽は「異常」に高くなり、完全な休眠を示す月がほとんどなくなる。

3. 種皮除去、種子の充分な水洗（1日以上）、温浴浸漬、および濃硫酸などによって、発芽が大いに促進されることは、この植物の発芽抑制機構が種皮（果皮）にあることを示す。

4. 種子浸出液が種皮をもつ intact 種子の発芽を抑制することは、この抑制物質が、種皮にある別の物質と結びついて働くと考えられるが、これらの物質的究明は、今後に残されている。

5. ジベレリンは、明らかに発芽促進効果があり、特に新しい（休眠機構が十分に働いていると思われる）種子では、効果がいちじるしい。

6. アメリカセンダングサの花芽分化は、長日では全く起らず、短日にかなり敏感に反応して起る。本実験の範囲では、花芽分化を誘導するに必要な短日の日数が、もっとも sensitive な状態で、8時間短日3日であり、また、短日の限界日長は、12時間45分と13時間の間にある。

7. 幼植物、特に子葉が十分に展開した状態が、もっとも短日に敏感に反応し、1週間の短日処理後、2週間目に肉眼で区別できる花芽が形成される。

8. アメリカセンダングサの発芽は、多くの要因によって制約され、自然において、気温、光以外に地形的な微気象、水分関係に左右されて、3月～8月にかけて不齊一に発芽するのに対し、その開花は、日長は sensitive で、発芽期や発育の違いにもかかわらず、地域群落が、限界日長以下になると、ある程度齊一に日長に感応して開花結実すると考えられる。

## 謝 辞

アメリカセンダングサの発育生理的研究は、筆者らの研究室の、テーマの1つとして、数年にわたり行われているものである。この研究に特に協力していただいた二瓶公男、小林善雄、および大西邦人の諸氏に心より、謝意を表します。

## 文 献

- 1) L. J. KING: *Weed of the world*, 14~24, Interscience Pub. Inc., New York (1966).
- 2) 中尾佐助：栽培植物と農耕の起源, 189 pp., 岩波新書 (1966).
- 3) 千坂英雄：雑草研究, 13, 15~21 (1972).
- 4) W. C. MUENSCHER: *Weeds*, 436~437, Mc. Company, New York (1955).
- 5) 笠原安夫：日本雑草図説, p. 19, 養賢堂 (1968).
- 6) 長田武正：日本帰化植物図鑑, p. 9, 北隆館 (1972).
- 7) J. M. NAYLOR and G. M. SIMPSON: *Can. J. Bot.*, 39, p. 281~295 (1961).
- 8) 田村三郎：ジベレリン, p. 291, 東京大学出版会 (1969).
- 9) 中山包：農林種子の発芽, p. 2, 内田老鶴圃新社 (1966).
- 10) 中山包：発芽生理学, 354pp., 内田老鶴圃新社 (1966).
- 11) A. C. LEOPOLD: *Plant Growth and Development*, p. 321, Mc. Grow-Hill, New York (1964).
- 12) M. E. VENARI: *Bot. Rev.*, 15, 153 (1949).
- 13) 滝本敦・池田勝彦：日本生理学会報, 3, 55~58 (1960).
- 14) C. KUJIRAI and S. IMAMURA: *Bot. Mag.*, 71, 408~416 (1958).

(昭和48年1月30日受理)