

800年前のハス (中尊寺ハス) の開花

長 島 時 子

On the flowering of Tyuusonji-Lotus (*Nelumbo nucifera*)
preserved over 800 years

Tokiko NAGASHIMA

Summary

Materials used for this experiment were two *Nelumbo nucifera* fruits, preserved for 800 years, which had been layered in the coffin of a mummified head of the Foruth Fujiwara reign. The plants were observed from seeding to flowering. Also observed were the morphology of the fruit, flower, leaf, and pollen grain of the lotus. The causes of longevity in lotus fruit and Tyuusonji-lotus fruit were investigated.

1. Development from seeding to flowering.

a. On the seeding of the two lotus fruits were used, one weighing 720 milligrams, and the other weighing 860 milligrams. The seeding was started on May 20, 1993. They were cut at the base of the fruit, and then water was poured into the glass. Germination of the fruit weighing 860 milligrams started four days after beginning the seeding ; but the fruit weighing 720 milligrams withered and died. The first leaf emerged six days after seeding, and small roots appeared. 21 days after seeding, the first and second leaves had opened, and the third and fourth leaves had emerged. When the first through the fifth leaves were opened, the lotus plantlet was transplanted, using upland soil in a small round pot, 96 days after seeding, the lotus plantlet was transplanted, using a mixture of a little Maguanp K fertilizer in upland soil. It was cultured a round pot placed in a field. After that, seven leaves opened, but it had no standing leaf.

b. The first year seeding, 1994, the plant formed three rhizomes, which were transplanted into a round pot and rectangular plastic container. The upland soil was fertilized with a mix of 100 grams of Maguanp K 500 grams of manure per square meter. The lotus plants grew and developed well, but did not exhibit flowering.

c. The second year after seeding, 1995, the plant formed eight rhizomes. These rhizomes were transplanted into three rectangular plastic containers, with the upland soil fertilized with a mix of 100 grams Maguanp K, 100 grams of compound fertilizer, and a little bone manure per square meter. The lotus plants grew and development well, but did not flowering.

d. The third years after seeding, 1996, the plant formed twelve rhizomes. The fertilizer used in this year the same as that used in the previous years. The containers used were round pots and rectangular plastic containers. The lotus plants grew and developed well, but did not flowering.

e. The fourth years after seeding, 1997, the plant formed sixteen rhizomes. The culture container, fertilizer, and culture methods of this year were the

same as those used in the previous year. The lotus plants did not exhibit flowering this year either. One reason for this was that the culture containers placed in the field received in-sufficient hours of sunshine.

f. The fifth years after seeding, 1998, the plant formed twenty rhizomes. The culture container, and fertilizer and culture methods were the same as in the previous year. The lotus plant had its first flowering during this year.

The first flower bloomed on July 29, 1998. The flower was 23 centimeters in diameter, and was a beautiful bright pink. Five days later, blooming finished, early in the morning of August 2nd. The flower resembled a "Waren" the Japanese wild lotus of medium sized, with bright pink and slender petals.

2. The morphology of lotus included the formation of a stylar end, the protuberance, a cap-shaped portion, and the fruit body and dent portion. In its longitudinal section were found the formation stylar end, pericarp, seed coat, cotyledon, plumula, cavity and dent portion. The pericarp was very hard in sclerenchymatous cells of the palisade layer, and under it was a sclerenchymatous layer in a dense arrangement. There was a hyaline zone near the center of the palisade layer, and under the stoma was a stomatal canal. The hardness of the pericarp in the lotus fruit was a development of mechanical tissue for the palisade layer and sclerenchymatous cell.

3. The lotus flower was a formation of calyx, receptacle, petal, stamen, and pistil. There was a pseudo-terminal flower in the lotus flower. The receptacle was an oblique flat cone on the surface with a pistil in a small dent portion. The elliptical carpel turned black in pistil in a small dent portion. The elliptical carpel turned black in ripening. The lotus flower was an ovovate of large blunt petals, with its size in length from eight to twelve centimeters, and width from three to seven centimeters. Lotus flower are both wide and narrow in petal formation. Tyuusonji-lotus is narrow in petal formation. Generally, the flowering time of lotus flower is from the last ten days of June to the first ten days in September. The flower period of the lotus flower is, in general, four days.

4. The Indian lotus, *Nelumbo nucifera* GAERTN, has two kinds of leaves. They are the standing leaf that stands at the surface of the water, and the floating leaf that rises to the surface of the water.

The thickening grade of the cell wall that composes the hypodermis in the petiole was more remarkable in the standing leaves than in the floating leaves. In the short day conditions, all leaves become floating leaves. The standing leaf has two types of the surfaces of the leaf : smooth and rough. They are dense, equal small-size papillas of single cells in the smooth leaf ; and dense, equal small-size papillas of single cells mixed with risen large size, multi-cellular papillas in the rough leaf. On floating leaves, all surface are smooth.

5. Morphology of pollen grain is round, and compared with other plants, it is medium size. The germ pore has three hollows in the major axis. Old wild lotus plants have a pollen tetrad, and in the Tyuusonji-lotus is included 12.5% pollen tetrad.

6. The cause of longevity of lotus fruit can be considered as follows. The pericarp is very hard, and impermeable to various substances. The water content is very small, and a cavity exists in the inner part, where air is stored. The fresh weight and dry weight of lotus fruit decreases during the first nine years, after which their weight remains unchanged. The Water content is decreased gradually, and the respiratory activity is extremely decreased. After a period of from nine to ten years, it will be viable for a long period in a state of dormancy. Low temperatures, little change in temperature, moderate moisture, and low or no light will also aid in longevity.

7. The cause of the longevity of the Tyuusonji-Lotus fruit can be considered as follows. The pericarp is very hard, and there were almost no effects of the environmental temperature or humidity, because they were preserved for 800 years in a three-fold structure ; namely, inside the building of the Konjiki-Temple which houses coffins from the first to the third reigns. A head coffin of the Yasuhira was placed inside a coffin of the Third Hidehira Reign, and his head coffin was shut inside it. In the coffin there is evidence of the propagation of microorganisms, but there was little contamination from the struggle for existence with interaction of microorganisms, and therefore, the propagation of microorganisms was stopped.

はじめに

種子はそれぞれの種によって一定の限られた寿命があり、その長命や短命は遺伝的な形質であるが、実際には熟度と環境によっても左右される (Ewart, 1908 ; 中山, 1966). 短命種子は1年くらいのもが多く、ヤナギ属の中には成熟後1週間くらいで発芽力を失うものもある (中山, 1966). 長命種子の中には8年以上15年くらいの寿命のものもあり、これに属するものにはハス属、マメ属、ゼニアオイ科、ウリ科、ナス科などがある。これらの植物の中でも特にハスの実が長寿を保つことが知られている (Ohga, 1926 ; 大賀, 1953). 2000年ハス (大賀ハス) は東京大学検見川厚生農場 (現、東京大学総合運動場) 内の青泥底層の中から発見されたハスの実を発芽、育成したもので、1952年7月に初めて開花した。

1950年、中尊寺金色堂に安置されている藤原3代の御遺体学術調査が行われた。ハスの研究で知られた大賀一郎 (1883~1965) も調査研究員の一人として参加し、植物部門を担当した。2代基衡の棺には多くの植物のタネ (オニグルミ、モモ、ウメ、カヤ、クリ、イネ、ヒエなど) が、4代「泰衡首級」桶からはハスの実を採取している (佐々木, 1999)。

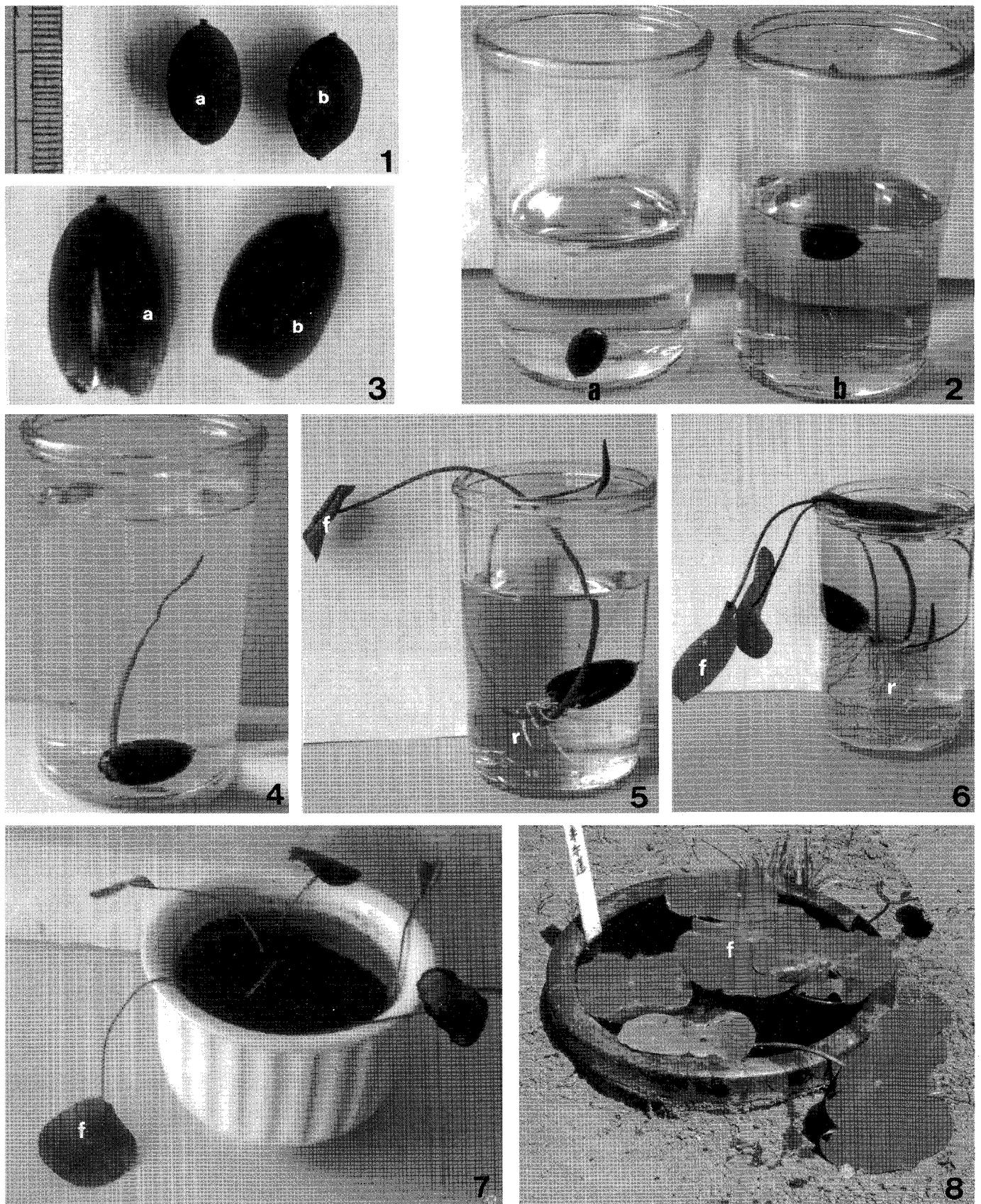
本報告は、4代泰衡 (文治5年, 1189年没, 年令不明) の首桶に納められていた800年前のハスの実の発芽から開花までの生育経過 (“中尊寺ハス” と

呼ぶことにする) の観察、並びに、ハスの実・花・葉・花粉の形態について記した。さらに、ハスの実の長寿および中尊寺ハスの実が、長寿を保った要因について追究したものである。

材料および方法

供試したハスの実は藤原4代「泰衡公首級」桶から採取した平安時代 (1185) のもので、当時、中尊寺近辺の沼に生育していた野生のハスではないかと想像される。供試したのは2個で、大きさ (長さ1.7cm, 最大幅1.0cm) は同じであったが、重さは720mg (実の下端部分が赤褐色を呈していた) のものと860mgのものであった (第1図1)。ハスの実は果皮がきわめて堅く、そのままでは発芽しないため、水と空気が入るように実の基部を花鋏で切り取り、1993年5月20日屋内で水道水を満たしたコップに2個の実を入れ、実生実験を開始した (第1図2)。実生後5年1998年7月に開花するまでの生育経過を観察した。元肥としてマグアンプK (大・中粒)、堆肥、化成肥料 (7 : 9 : 6)、骨粉を用い、栽培容器には陶器製、プラスチック製およびビニールのそれぞれの容器を用いた。

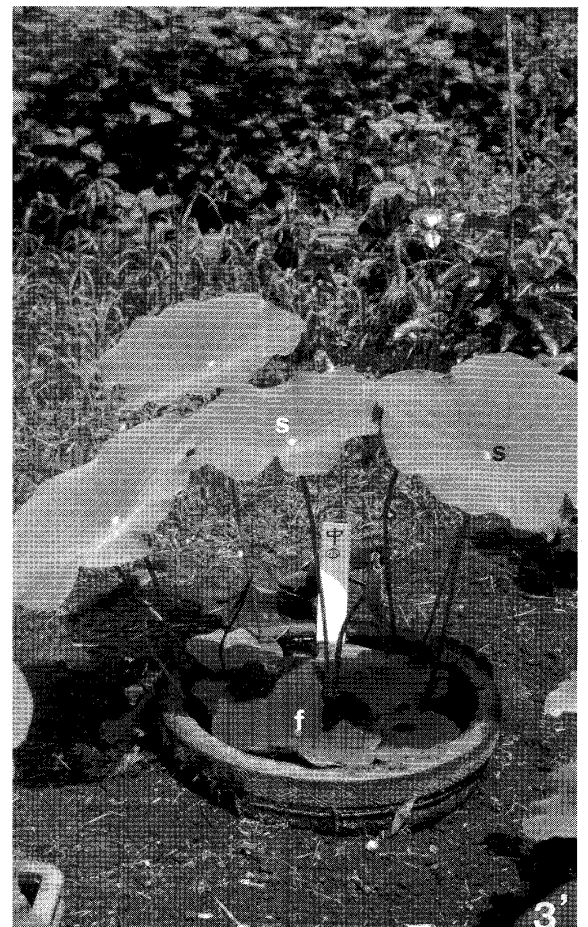
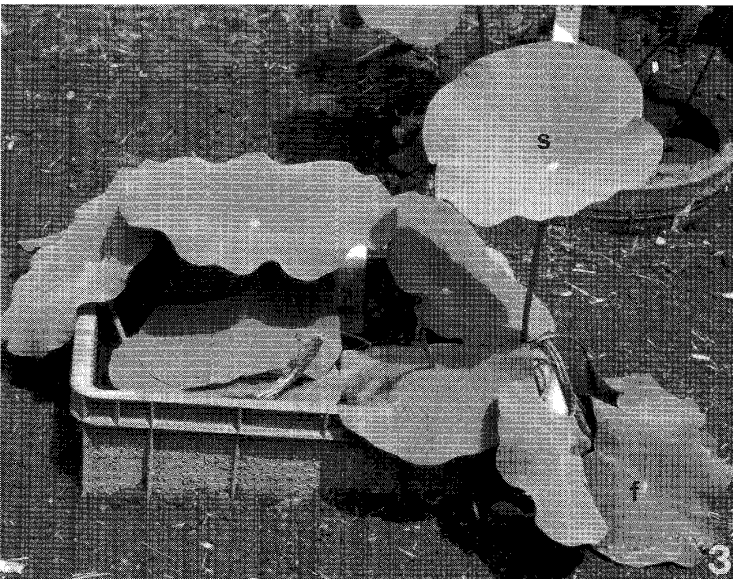
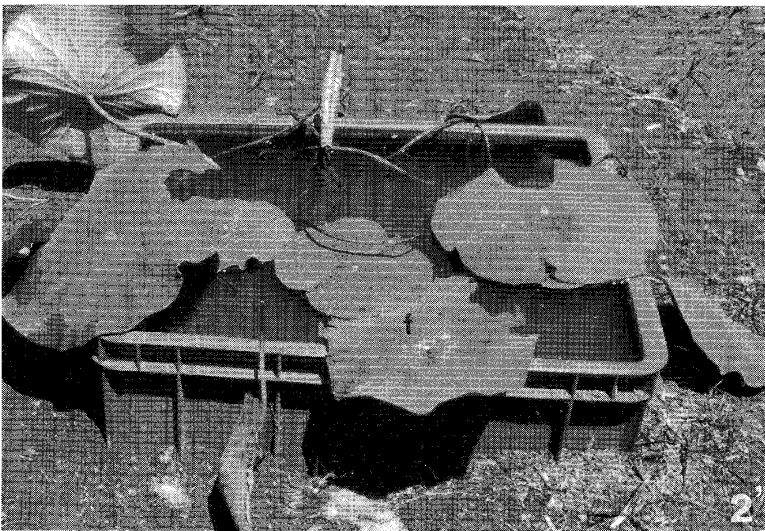
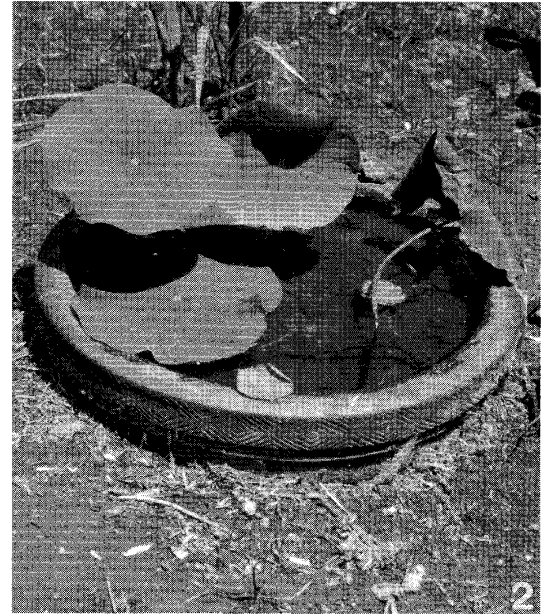
組織学的観察にはパラフィン法による縦断 (10~12 μ m) 切片とし、デラフィールド・ヘマトキシリンで染色した。花粉粒はホルマリン・酢酸・アルコール (FAA) で固定し、酢酸カーミン液で染色した。



第1図 ハスの実および実生後の生育経過（1993年）

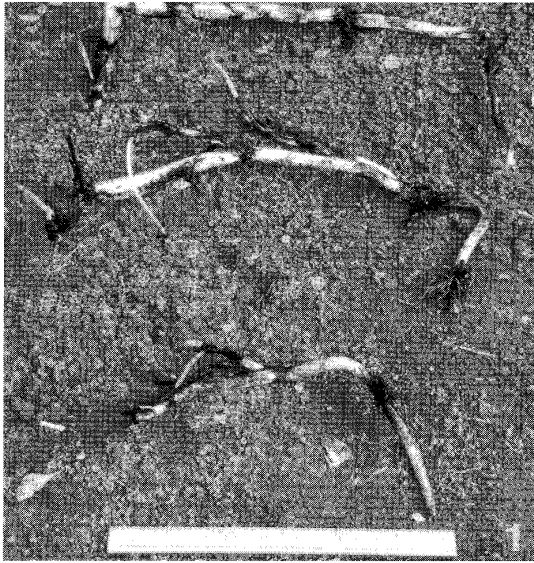
1. 供試したハスの実2個（a.860mg；b.720mg），2. 5月20日に実生開始（a.水中に沈む；b.水に浮く），3. 実生後4日（a.発芽，幼葉が見える；b.枯死），4. 実生後6日（第1葉伸長），5. 実生後12日（第2葉伸長する，地下茎が伸長し，節から根が伸長）6. 実生後21日（第4葉伸長，葉3枚展開），7. 実生後32日（畑土を入れた小鉢に移植、葉5枚展開），8. 実生後96日（浮葉のみで立葉は見られなかった）。

f. 浮葉；r. 根。



第2図 実生後1年の生育経過 (1994年)

1. 蓮根3本形成 (5月20日). 銭葉 (浮葉) が伸長, 2,2'. 6月15日の移植後の生育 (a.太い蓮根を移植;
b.細い蓮根を移植), 3,3'. 7月20日の生育 (a, bともに立葉葉見られたが、開花は見られなかった).
物差し, 30cm; s. 立葉; f. 浮葉.



第3図 実生後2年の蓮根および生育の様相

1. 形成された蓮根（4月10日），2. 9月1日の生育（立葉は見られたが、開花は見られなかった．1995年）．
物差し，30cm； s. 立葉； f. 浮葉．

結果および考察

I. 中尊寺ハスの実生から開花までの経過

1. ハスの実の実生（1993年）

1993年5月20日ガラス製コップに2個のハスの実を入れた．実生後1日で水は褐色を呈した．褐色の程度は実生後の経過とともに徐々に減少し，実生後10日ころにはほとんど認められなくなった．720mgの実は水中に沈むことなく，実生後7日に果皮を除いて腐敗した．860mgの実は実生後4日に果皮が割れ中央に緑色を呈した幼芽が見られ発芽した（第1図3）．実生後6日，第1幼葉が伸長し，わずかに根の伸長が見られた（第1図4）．実生後12日，第2葉，地下茎および根がそれぞれ伸長した（第1図5）．実生後21日，第1葉，および第2葉が展開し，第3，第4葉が伸長した（第1図6）．実生後32日，5枚の葉が展開したとき，肥料を施さない畑土を入れ陶器の小型の鉢（径14cm，深さ10cm）に移植し，屋内で栽培した（第1図7）．実生後71日，畑に設置した丸鉢（径45cm，深さ21cm）に畑土を入れ，中粒のマグアンプK少量施し移植した．実生後96日，葉が7枚展開したが最後の第7葉が最大となった．これらの葉は全て浮葉で立葉は見られなかった（第1図8）．9月に入り徐々に葉が枯死始め，11月初旬に葉は全て枯死し畑で越冬した．

2. 実生後1年の生育経過（1994年）

4月6日，赤みを帯びた銭葉（浮葉）の先端が観察された．4月13日には水中に1cmぐらい，4月20日には水中に5cmぐらい伸長した．さらに第2葉の巻葉も観察された．地下茎は鉢の周囲を取り巻

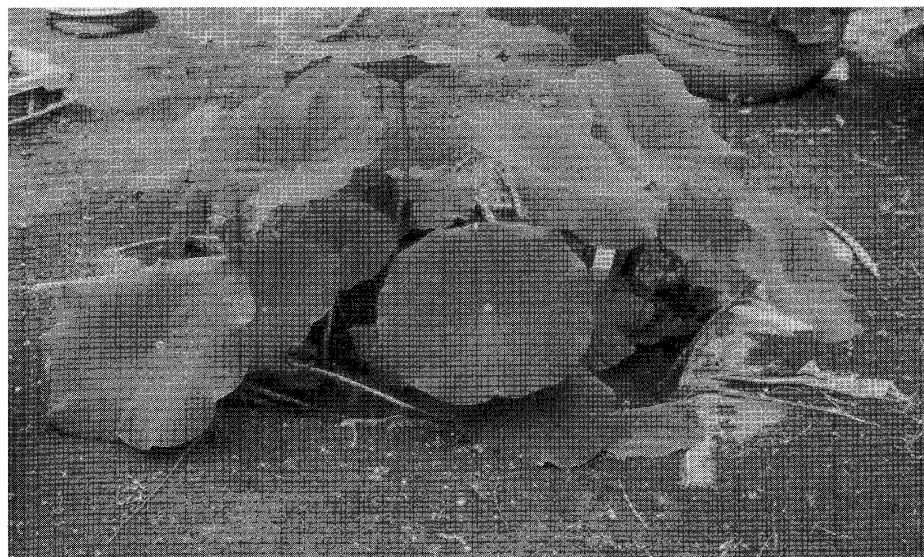
くように伸長しており，3本の蓮根（1本は太く，2本は細い）が形成された（第2図1）．1本の太い蓮根はプラスチック製の長方形の容器（54×42×35cm）に，細い2本の蓮根はもとの鉢に移植した．畑土壌に1㎡当たり中粒のマグアンプKを100gおよび堆肥を約500gを施し，それぞれ移植した．6月15日には鉢およびコンテナ植えのいずれにおいても浮葉は展開したが立葉は見られなかった（第2図2.2）．7月20日には，鉢植えのものに4本，長方形の容器に植えたものに2本それぞれ立葉が展開した（第2図3.3）．なお，追肥として少量の中粒のマグアンプKを6月および7月にそれぞれ2回施した．8月15日には，鉢植えのものに8本，コンテナ植えのものに10本それぞれ立葉が展開したが開花は見られなかった．8月下旬から徐々に葉が枯死し始め10月下旬にはほとんどの葉が枯死した．

3. 実生後2年の生育経過（1995年）

4月10日に蓮根を掘りあげた．太い蓮根4本および細い蓮根4本形成された（第3図1）．太い蓮根1本と細い蓮根1本の2本ずつ長方形の容器に移植した．1㎡当たり化成肥料（7：9：6）100g，マグアンプK大粒（6：40：6）100gおよび骨粉少量を長方形の容器にそれぞれ施した．なお追肥として少量の大粒マグアンプKを6月および7月にそれぞれ2回施した．ハスはそれぞれ順調に生育したが開花は見られなかった（第3図2）．

4. 実生後3年の生育経過（1996年）

4月10日に蓮根を掘りあげた．前年と同様な蓮根が12本形成された．前年と同じ長方形の容器お



第4図 実生後3年の生育の様相

9月4日の生育（ビニールを敷いて作った長方形の容器で栽培．生育途中でビニールに穴があいた．立葉は見られたが、開花は見られなかった．1996年）．

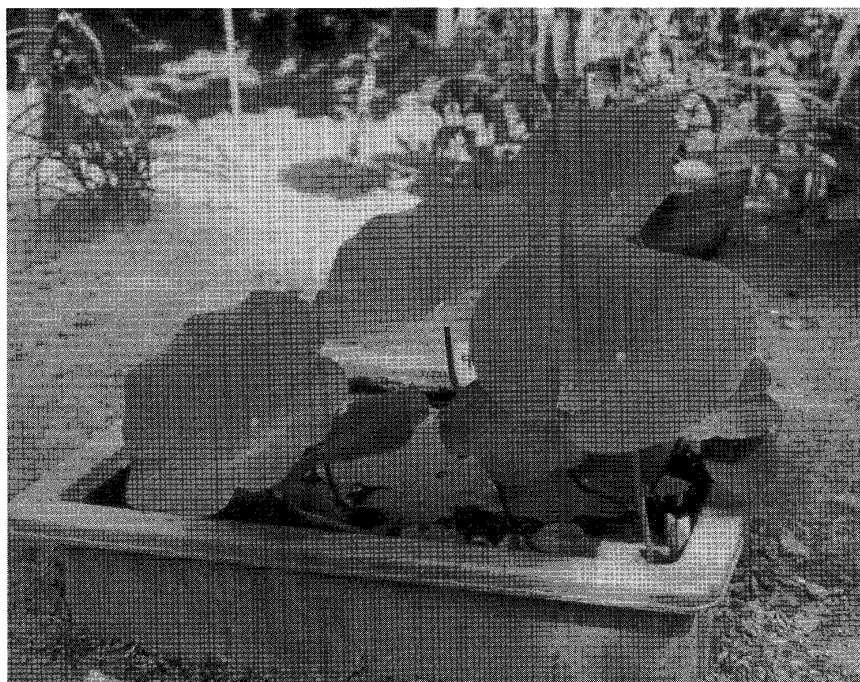
よび土を長方形に掘り、厚いビニールを敷いた長方形の容器（100×90×38cm）にそれぞれ蓮根（前者には2本、後者には4本）を移植した．施肥量および追肥は1995年に準じた．なお、ビニールを敷いた長方形の容器は、生育途中でビニールに穴があき水漏れを起こしてしまった．生育は順調であったが開花はみられなかった（第4図）．

5. 実生後4年の生育経過（1997年）

3月30日に蓮根を掘りあげた．1995年に掘りあげたものと同様の大きさの蓮根が16本形成された．プラスチック製の丸型鉢（径63cm、深さ35cm）2個および大型の長方形の容器（85×63×38cm）1個に、前者には3本、後者には5本それぞれ移植した．肥料は1㎡当たり大粒マグアンプK 100 g、堆

肥500 g、骨粉少量を施した．追肥として6月および7月に大粒マグアンプKをそれぞれ2回追肥した．いずれの容器のハスも順調に生育したが開花は見られなかった（第5図）．ハスは実生から開花するまでに3年～4年を要するのが一般であるが肥料、日照、気温、水温などの環境条件がよければ実生後2年で開花する（大賀、1954）．

ハスを栽培している畑の5月～8月末までの日照をみると、11：00から15：00までは畑全体に日光が当たるが、11：00以前および15：00以降の日照は場所によって様でないことが判明した．ハスは長日植物で1日16時間以上の日長が必要であり短日条件では開花しない（長島、1969）．畑の周囲の樹木が大きくなり、畑に木陰を作っていたため、



第5図 実生後4年の生育の様相

8月21日の生育（プラスチック製の長方形の容器で栽培．順調に生育したが、開花は見られなかった．1997年）．



第6図 実生後5年の初めての開花（1998年）

1. 水中より蕾が抽出（7月14日），2. 蕾が大きくなる（7月21日），3. 蕾が大きくなり花弁のピンク色も鮮やかになる（開花2日前，7月27日），4. 開花第1日めの満開（7月29日，7：15），5. 第2日め満開（7月30日，7：25），6. 第3日めの閉じ始めた花（7月31日，10：30），7. 第4日めの花（昨夜の雨のため、完全に開花せず半開き。8月1日，10：10），8. 第5日めに散花（8月2日，9：20）。

b. 蕾； c. 花托（果托）； a. 雄ずい

日照不足をきたし開花がみられなかったのである。

6. 実生後5年の生育経過 (1998年)

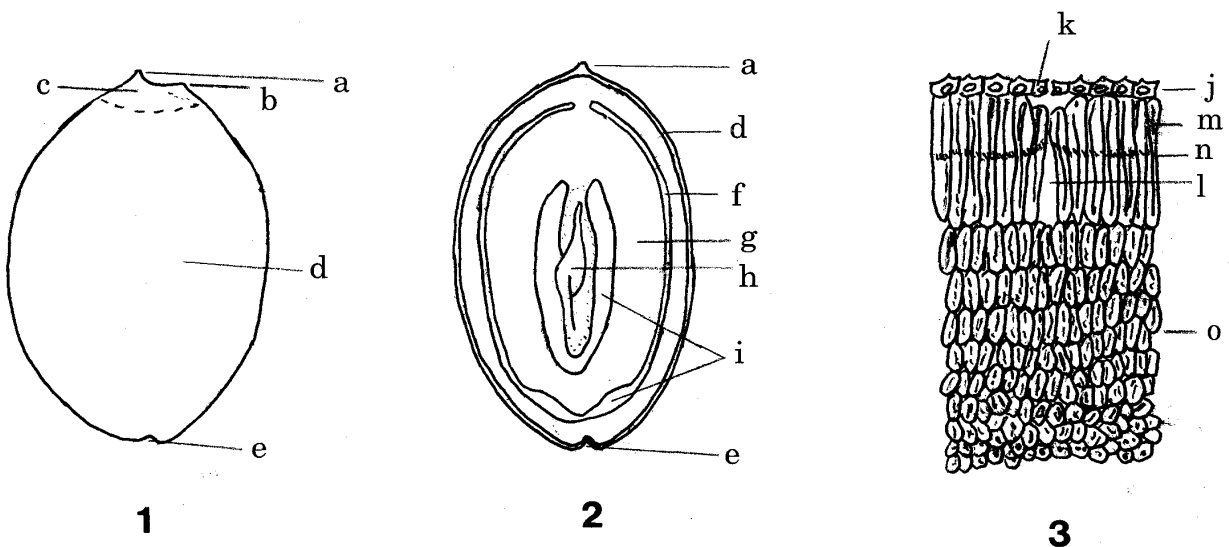
3月30日に蓮根を掘りあげた。1995年に掘りあげたものと同様の大きさの蓮根を20本採取した。1997年と同じ丸型鉢4個、長方形の容器1個を用い、蓮根を前者には2～3本、後者には5本それぞれ移植した。肥料および追肥は1997年に準じて栽培した。日照時間を長くするため畑の周囲の樹木を剪定し、畑全体に日光が当たるようにした。順調に生育し7月14日、丸型鉢で栽培していたハスに水中より抽出した先端がわずかにピンク色を呈した丸い小さな蕾をつけた花茎(約20cm)を確認した(第6図1)。蕾は順調に生育し(第6図2)、7月27日には花卉の色も鮮やかなピンク色を呈し、蕾の長さ7.5cm、最大幅4.5cmとなり(第6図3)、7月29日に鮮やかなピンク色を呈し開花した。7:15分満開(花径10cm)となった(第6図4)。花は徐々にしぼみ始め12:00には花径4.5cm、15:00には花径0.5cmとなりほとんど閉じ、17:00には完全に閉じ蕾の長さ10cm、最大幅6.5cmであった。7月30日、第2日め、7:25分満開となった(第6図5)。中尊寺ハスは、中型ハスに属し花径23cmで“和蓮”に類似していた(北村・阪本, 1972)。15:30に花は閉じ、閉じた蕾の長さは10.5cm、最大幅9.5cmであった。7月31日、第3日め、7:25分満開となり花径23cmで花卉の色が少し薄くなった(第6図6)。10:30花は閉じ始め、18:00花は完全に閉じ一部雄ずいが落下した。閉じた蕾の長さ

11cm、最大幅6cmであった。8月1日、第4日め、昨夜の雨のため、花卉に雨滴が付着しており満開にはならず半開きであった。花色も第3日めよりやや薄くなり、下方の3枚の花弁が落下した(第6図7)。17:45花は不完全に閉じた。閉じた蕾の長さ10cm、最大幅7cmであった。8月2日、第5日め、9:20花卉および雄ずい全て落下した(第6図8)。雨のため、満開になれなかったため、開花期間が延長したものと考えられる。ハスの花は、ふつう開花期間は4日で、毎日開閉を繰り返し4日めの正午ころ全ての花卉および雄ずいが落下する。

II. 種子(正確には果実)の形態

ハスの果実(“実”と呼ぶことにする)は、一般に、大型種のもののは実も大きく、小型種のもののは小さい。実の形は丸型(每葉蓮、白君小子蓮など)、細長型(大賀ハス、中尊寺ハス、天竺斑蓮など)および円筒状をなす棒状型(オハイオ蓮、舞妃蓮など)に分類されるが、実の形は同一種の中でも変異があり、明確に区分しがたい場合もある。

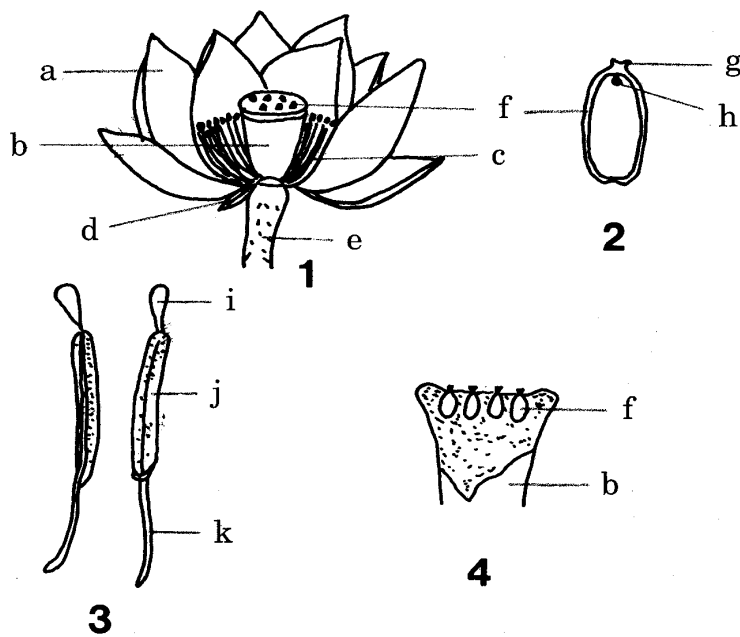
ハスの実は、若い時期には緑色を呈しているが、成熟するに従い子房の頂部より徐々に褐色を帯び、完熟すると暗黒紫色の堅い果皮に被われるようになる。成熟した実の表面には白色を帯びた表皮があるが、水中や地中に長くおかれると表皮が剥がれ、光沢を帯びた暗黒紫色となる。地中に長年埋没していた“大賀ハス”の実はその例である。“中尊寺ハス”の実は地上で温度や湿度の変化の少ない環境にあったため表皮が剥がれることなく、白色をおびていた



第7図 ハスの実の形態

1. ハスの実の外形, 2. ハスの実の縦断面, 3. 果皮の縦断面。

a. 花柱痕; b. 突起; c. 帽状部; d. 果体(果皮); e. 凹所; f. 種皮; g. 子葉; h. 幼芽; i. 空洞; j. 表皮; k. 気孔; l. 気孔腔, m. 柵状組織; n. 透明帯; o. 厚膜組織。



第8図 花の形態

1. 花の外部形態, 2. 雌ずい, 3. 雄ずい,
4. 花托と心皮.

a. 花弁; b. 花托; c. 雄ずい; d. 萼片; e. 花梗; f. 心皮; g. 柱頭; h. 胚珠; i. 葯隔突起; j. 葯; k. 花糸.

(第1図1).

ハスの実の外部形態は(第7図), 花柱痕, 突起(実の頂部近辺にみられる隆起した部分), 帽状部(実の頂部近辺にみられ, 果皮の色が暗黒褐色でわずかに隆起し, ちょうど実にかぶせたように見える), 果体および凹所(子房が花托に付着していた部分)からなっている(第7図1). また, ハスの実の縦断面は花柱痕, 果皮, 種皮, 子葉, 幼芽(緑色を呈した2枚の幼芽が折れ曲がって入っている), 空洞(2枚の子葉の間と実の基部近辺にみられる)および凹所からなっている.(第7図2). ハスの実の果皮はきわめて堅く, 足で踏み付けてもほとんど影響されない. 果皮の組織学的な著しい特徴は, 柵状組織の細胞が厚膜化しており, さらにその直下に密に配列した厚膜組織層があることである. なお, 柵状組織のほぼ中央に組織が透き通っている, いわゆる透明帯がみられ, 気孔直下には, わずかなすき間(気孔道)がある. ハスの実の果皮が堅いのは, 厚膜化した柵状組織および厚膜組織層などの機械組織が著しく発達しているためである(大賀, 1926. 第7図3)

Ⅲ.花の形態

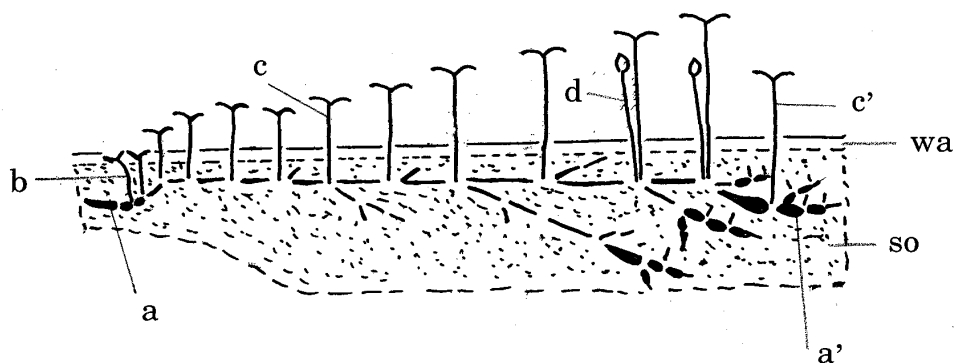
ハスの花は(第8図)萼(正しくは苞), 花托(果托), 雄ずい, 雌ずい(離生雌ずい)からなり, 地下茎から直立した花茎の先端に着生する. 萼は4~6片あり, 小型種ではとくに早落性であるがキバナハスでは花弁が散った後も残る. ふつう花は3番目の苞の腋から生じ, 真の頂生ではなく腋生であり, いわゆる偽頂生である. 花托は倒円錐形で, その基

部には下から螺旋状に多数の花弁と雄ずいをつける. 花托の上部はほぼ平らな円形面状となり, この部分に螺旋状に小さな沈没部が配され, それぞれ凹部に1個の雌ずいを蔵する. 心皮は楕円形で始めは緑色を呈しているが, 成熟すると暗黒色を呈する.

花弁は, 一般に大型で倒卵形でふつう長さ8~12cm, 幅3~7cm, 先端は凸出し純頭である. 花の長さと幅の比率によって丸弁・細弁に分けられ, 中尊寺ハスは細弁に属する. 八重咲種には複雑な形をした変形花弁が多い.

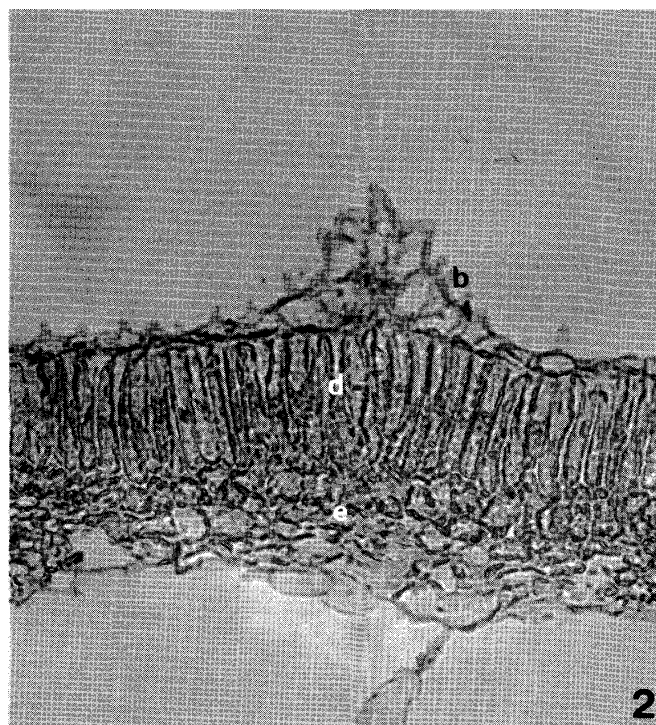
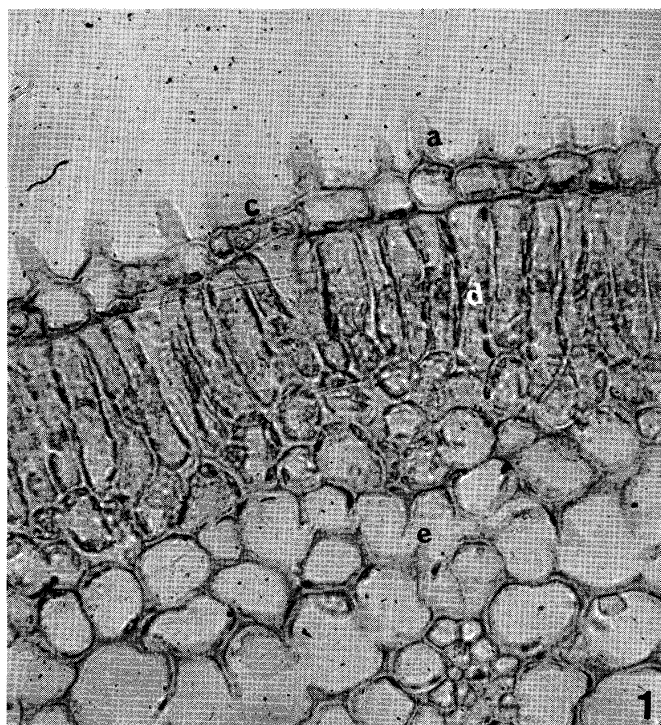
雄ずいは小型で, 花托下部の花弁の付着部の上に多数群生する. 葯は細長く黄色を呈し, その頂部に小さな耳掻き型の白色を呈した葯隔突起がある. 雌ずいも多数あり, 若いときは花托と同様緑色を呈している. 時には子房が長く伸びて花弁状になり八重咲種を生ずる場合がある. 心皮は熟すると暗黒褐色を呈し, 品種により円形, 卵形および楕円形などの種子(果実)となり, 花托も肥大して果托となる. 花被はわずかな芳香を有する.

ハスの花の開花期は, ふつう6月下旬~9月上旬頃までである. 花芽は各節に分化しているが, 生長初期および末期(蓮根形成期)には發育せず潜芽となっているが, 栄養・光および温度などの各条件が良好となれば発達して花蕾となる. 花茎が伸長し, 水面に現れてから開花するまでに20日前後を要する. 開花は光と温度に関係があり早朝に開き始め, 一定時間を経て完全に開ききると逆に閉花が始まり, 夜間は完全に閉じる. このような開閉を繰り返



第9図 ハスの地下茎の主茎・葉・花梗の発育および蓮根の形成

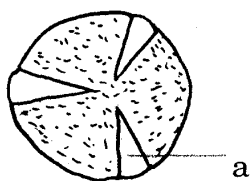
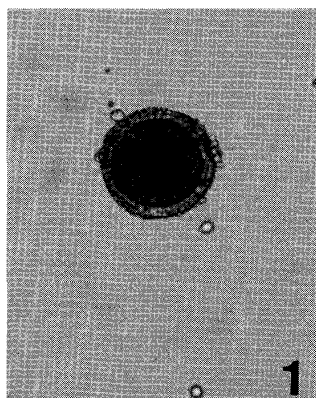
a. 親蓮根；a'. 秋に形成された蓮根；b. 銭葉（浮葉）；c. 立葉；c'. 最後に発生する立葉（止葉）；
d. 花梗；so. 土壌；wa. 水.



第10図 中尊寺ハスの立葉の断面

1. 葉身の中央部より内方面（表皮細胞に単細胞の乳頭突起が密に分布している．×280），2. 葉身の中央部より外方面（表皮細胞に単細胞の乳頭突起と多細胞の乳頭突起が混在する．×150）.

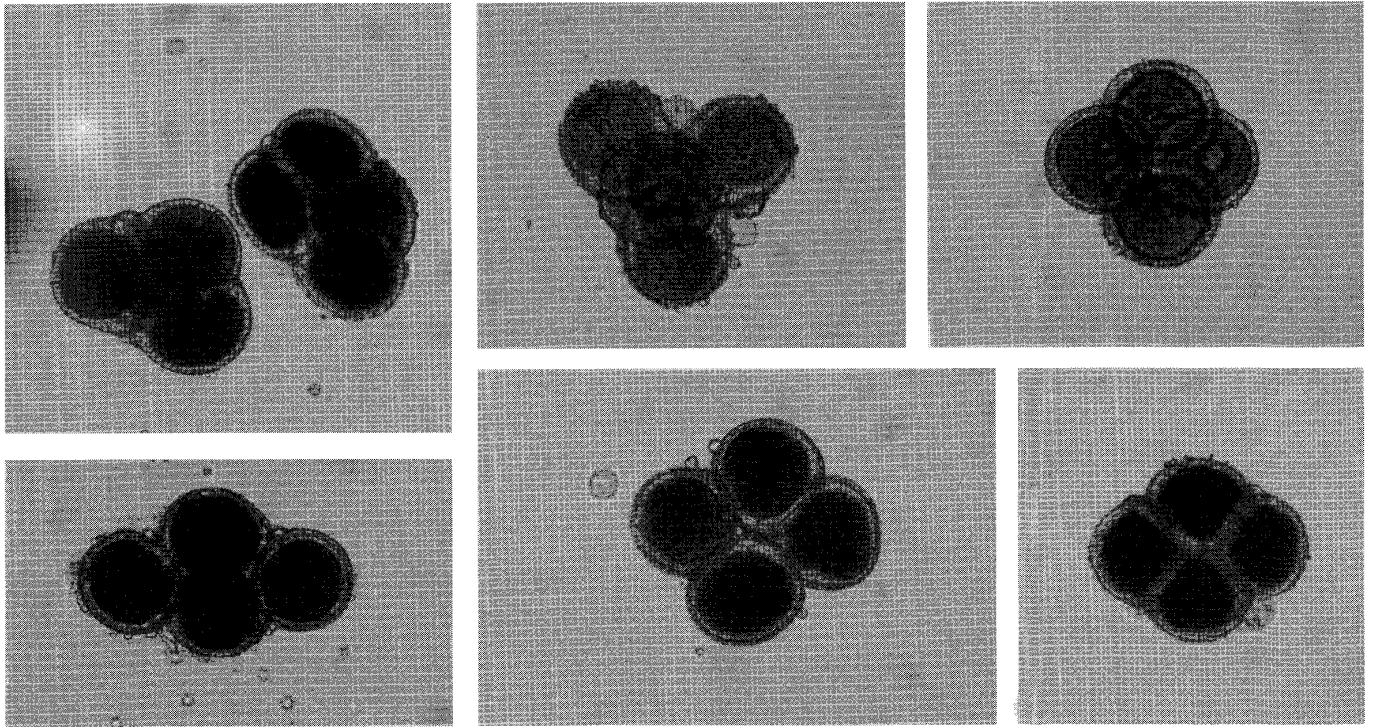
a. 単細胞の乳頭突起. b. 多細胞の乳頭突起；c. 気孔；d. 柵状組織；e. 海綿状組織.



第11図 中尊寺ハスの花粉粒の形態

1. 花粉粒（×100），2. 上面から見た花粉粒の模式図（3本の溝がある）.

a. 溝.



第12図 中尊寺ハスの4集粒花粉のいろいろ

して4日めに散花する（長島，1978）。

IV. 葉の形態

ハスにはふつう水面より抽出する立葉と水面に浮かぶ浮葉の2種類の葉がある。このような2種類の葉がいかなる理由で生じてくるかはまだ解明されていないが、葉柄の組織を構成する細胞壁の木化の程度に差があり、立葉では木化の程度が著しく、浮葉ではほとんど木化がみられない（長島，1977）。また、外的条件として短日（8時間日長）では、一般的な生育習性を示さず伸長生長を停止し、地下茎の肥大がみられ、立葉となるべき葉が浮葉となる。この短日条件で育てた植物を自然日長（夏期）に戻すと一般的な生育習性を示す。立葉および浮葉の発生は、日長条件によって変わり得る（長島，1969）。

生育開始後、前年より残っている地下茎（蓮根）の各節から小さい浮葉（銭葉）が発生する。分枝した側茎の第1節に生じる葉は、一般に浮葉となり、第2節め以後に生じる葉は立葉となる。立葉は、ふつう5月より発生し始め8月中旬まで出葉する。立葉の高さは、第1節から出葉するものがもっとも低く、第2、第3……と徐々にその高さを増し、秋になって最後に出葉する立葉、すなわち止葉の前節より生じる葉が最も高く、止葉はやや小型となる（第9図）。

葉の表面には多数の気孔および乳頭突起が分布しており、この乳頭突起により表面に落ちた水は玉状になる。葉の表面をなでると、滑らかな手触りのもの

のとざらざらする手触りの2種類の葉がある。表面が滑らかな葉は長さがほとんど同じような単細胞の乳頭突起が密集している（第10図1）。一方、表面がざらざらする葉は、長さがほとんど同じような単細胞の乳頭突起に混じって、盛りあがった多細胞の乳頭突起がまばらに存在する（第10図2）。浮葉の表面は、滑らかな手触りの品種がほとんどであるが、立葉の表面は、葉全体が滑らかなもの（大賀ハス、藤壺蓮など）および葉の中央部から内側の部分が滑らかで、中央部から外側の部分がざらざらのもの（中尊寺ハス、西湖蓮など）の2種類が観察された。

V. 花粉の形態

花粉粒の形態には円形、楕円形、三角形その他、植物によって特有の形態がある。ハスの花粉粒の形態は円形で長径 $50\mu\text{m}$ 前後で中粒に属し、発芽孔は長径で3本の溝をもっており（第11図）、双子葉型花粉をなしているがスイレン科（Nymphaeaceae）の植物はみな、単孔をもつ单子葉型花粉である（岩波，1971）。スイレン科は单子葉と双子葉植物の分岐点であることが推察される。中尊寺ハスの花粉粒の形態は現存のものとはほとんど同じである（第11図）が、現在の品種にはほとんど見られない4集粒花粉が12.4%占めている（第12図）。花粉の多集化、すなわち4集粒は原始的な形質であり、単粒化は進化的な形質であるといえるが、ハスにおいても人手の加わらない古い野生のハスに原始的な形質である4集粒があらわれ、新しく改良されたものには

第1表 アジア産各品種の4集粒花粉

品種名	調査花粉数	4集粒花粉数	4集粒花粉率(%)	備考
中尊寺ハス	1975	245	12.4	800年前のハス
大賀ハス	2578	297	11.5	2000年前のハス
西光寺	1776	24	1.4	園芸種
即非蓮	4185	31	0.7	園芸種
白光蓮	2080	12	0.6	園芸種
白川台	1016	3	0.3	園芸種
西湖蓮	5260	0	0	園芸種

進化的な形質である単粒がほとんどであると考えられる。大賀ハスや中国古代ハスでは花粉の4集粒が多いが、これらを交配した種では、ほとんど4集粒は見られない(阪本, 1971)。このようなことから4集粒の多少によって原始的な形質から進化の程度が予測されるのではないかと推察されている。阪本(1971)は、人の手の加わっていない中国古代ハスや野生種のベトナム蓮では4集粒花粉の割合が10%~15%、園芸種への移行型種や古い園芸種(和蓮、原始蓮、地蓮など)では1.2%~4%、園芸種で現在のほとんどの栽培種(魚山紅蓮、一天四海など)では0.1%、中日友誼蓮、燭紅蓮、舞姫蓮などでは0%である。本実験においてもほぼ同様の結果を得たが(第1表)、800年前の中尊寺ハスの4集粒花粉は12.4%、これより古い2000年前の大賀ハスでは11.5%であり、このような差を生じた原因については何ともいえない。両種は、いずれも野生種に属し人の手が加わっていないことは確かである。

VI. ハスの実の長寿の原因

種子の寿命は一般に、その種皮の構造と関係があって、種皮が緻密か堅固か厚い種子は、水と酸素の代謝が困難で発芽にくい代わりに、胚の変質を防いで長寿を保証する。硬実はこの例である(中山, 1966)。ハスの実の果皮に柵状細胞が発達していて不透性の原因となっている。硬実は一般に非硬実種子より水分量が少なく、また外界の変動にも影響されることが少ない。したがって生命力も永いのは当然である。また種子が休眠状態にある時には、その代謝量が抑制されているために、非休眠状態にある種子より生命力を長く保つ可能性があることが推測される。その典型的な例は硬実種子で、硬実種子の寿命の長いことは多くの例で報告されている(中山, 1966)。

一般に、長い生命を保つには適度の湿度と温度変化が少ないことが考えられる。満州普蘭店および千

葉県検見川から掘り出したハスの実は、この条件にかなった環境条件で長命を保ったものと推測される。

ハスの実の長寿の原因として以下のように推察される。

①. 果皮が堅く、容易に水分を通さない。

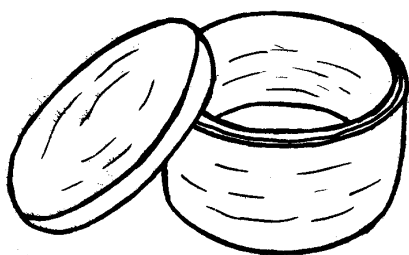
最も大きな原因は、果皮がきわめて堅固で水分やガスをほとんど通さないことである(第7図3)。表皮の直下に堅固な柵状組織があり、気孔の直下には気孔道があって内部と連絡している。果実が熟するにしたがって、気孔道は圧縮を受け非常に狭くなり、水、空気、菌類などの侵入することがほとんどなくなる(Ohga, 1926; 豊田, 1967)。

②. 含水量が少ない。

植物体における呼吸作用その他の代謝は、含水量によって大きな影響を受ける。水分が少ないと呼吸作用は微弱となり、長寿を保つのに都合がよい。しかし、含水量が極限に減少すると発芽力を失うこともある(中村, 1985)。ハスの実の含水量は、新しいものでは13.8%、年数の経過につれて減少し、9年たったものでは7.3%であった(豊田, 1967)。これはイネ科やマメ科の乾燥した種子に比較すると小さい(中村, 1985)。ハスの実では乾燥重量と含水量が徐々に減少することは酸素などの働きとともに、その呼吸と密接な関係があるのではないかと推察される。

③. 空洞があってガスを貯えている。

ハスの実の2個の子葉の間には空隙があり、その容積は0.15mlである。これはわずかに呼吸するには都合がよく、他の種子ではほとんど例がみられない。この中のガス分析の結果によれば、未熟の果実から完熟して数年経過する間に、二酸化炭素と酸素の含有量にかなりの変化がみられるが、数年後にはあまり変化しないようである。重量の変化をみると、成熟後徐々に減少するが、これは呼吸作用がかなり行われ、その後次第に微弱となり8、9年後には極



1



2

第13図 藤原4代泰衡公の首桶と清衡公の棺

1. 泰衡公の首桶（3代秀衡公の棺の中に納められていた）、2. 清衡公の金箔押木棺（秀衡公も同じような棺で、内外金箔がほどこされている。井上等，1982より模写）

度に低下し、その後、呼吸はほとんど行われないものと考えられる（豊田，1967）。また、9年間に果実の乾燥重量が240mg減少するが、これだけの物質を酸化するには空洞内の空気では足りない。これは、種子中に含まれている種々の酵素、補酵素、酸化還元物質の働きではないかと考えられる。また、二酸化炭素が発生すると、他のガスとともに空洞内の圧力が大きくなり、気孔道を経て外に排出されて、その重量を徐々に減ずるものと考えられる。ハスの実の水分が徐々に減少し、9年間に150mg減少するが、これは排出される他、種子内の酸化還元にもある役割を果たしているものと推察される（豊田，1967）。

④. 低温で温度変化が少ない。

温度が低いことは長寿を保つ一つの原因となる。低温で生理作用が低下し物質の消耗が少なく、微生物にも侵されることも少ない。ハスの実の場合、温度が低いほどよいというのではなく、温度変化が少ないことが一つの原因をなしていると考えられる。

一般に長い寿命をもつハスの実とは、すべて地中から採集されている。空気中に放置されたものでは、50年～70年くらいの寿命ではないかと考えられる。地上に放置されたものでは、温度変化が激しくなり、果皮を損傷することがあるために、水や菌類などが侵入して腐敗するかあるいは発芽することがある。

⑤. 湿度、光の影響が少ない

種子の発芽力と環境の中で、その相対湿度は重要な因子である。発芽力を保持する期間の長さは、貯蔵の際の温度と湿度によってかなり影響を受ける。しかしハスの実の場合は、外部から水分や水蒸気などの侵入はないため、相対湿度はそれほど重要ではない。ただ乾燥しすぎて果皮に亀裂を生じたりすると休眠は破られる。

日光などの光の照射を受けることも、温度差が大きくなり、果皮を棄損して寿命を短くする。地中におけるハスの実は、これらの条件が非常によいことが長命の大きな原因となる。

VII. 中尊寺ハスの実の長寿の原因

大賀一郎（1883～1965）は、1950年に行われた中尊寺藤原3代の御遺体調査で、植物学担当の調査研究員として参加した。2代基衡公および3代秀衡公の棺内（第13図2、長さ189.5cm、幅61.9cm、高さ30.9cm。井上等，1982より模写）から多くのタネを採取した。秀衡公棺内に安置されていた「泰衡公首級」（第13図1、高さ21.8cm、径34.5cm、井上等，1982より模写）からハスの実を採取したが、調査が終了しなかったため、自宅の研究室に持ち帰った資料を精査する予定であったが途中で病死してしまった。これらのハスの実は大賀氏没後、中尊寺に返還されて「讃衡蔵」に保存されていた。

秀衡公は文治3年（1187年）10月29日、66歳で、一方、泰衡公は文治5年（1189）9月3日（年令不明）にそれぞれ死亡している（井上等，1982）。4代のそれぞれの遺体は全てミイラ化していたが、秀衡公の遺体は良好な保存状態でよく全形をとどめている。泰衡公の首級は最も保存が良好である。首実験、晒し首などで持ち歩かれたとすれば乾燥してから桶の中に納められたであろう。桶の構造もほぼ完全に外界から遮断されたため、鼠害、虫害、黴害を最小限に受けたためと想像される（中尊寺編，1994）。また、大槻虎男（1994）によれば、遺体上の微生物調査では、いずれの遺体においても、普通の物体上と比較して微生物粒子が少なかったという。なお遺体上にはペニシリン生産菌株およびストレプトマイシン生産菌株を得ている。しかもかなり多数の菌株を得たことから、遺体表面には微生物相互の間に生存競争が起こって、その結果、遺体の腐

第2表 東京および盛岡の平均気温・湿度および降水量 (1961～1990年の平均)

観測事項 地 域	気温 (°C)			相対湿度 (%)			降水量 (mm)		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
東京	27.1	5.2	15.6	76	66	64	185.2	45.1	1405.3
盛岡	23.2	-2.5	9.8	81	50	75	169.4	55.0	1265.3

(理科年表より)

第3表 東京および盛岡の冬期の平均気温ならびに平均湿度 (1961～1990年の平均)

観測事項 地 域	気温 (°C)				相対湿度 (%)			
	12月	1月	2月	平均	12月	1月	2月	平均
東京	7.9	5.2	5.6	6.2	54	50	52	52.0
盛岡	0.5	-2.5	-1.9	1.3	75	74	71	73.3

(理科年表より)

敗が防止された可能性があると考えられている (中尊寺編, 1994)。森 八郎 (1994) によれば, 「皆金色」という漆と金箔の特殊な堂内環境が, 自然防霉を可能にし, 金色堂の棺内の状況は微生物相互の抑制によって汚染少なく, 細菌は繁殖を止め, 胞子は深い眠りの状態にあったのではないかと推察している (佐々木, 1999)。

中尊寺一帯の地域は, 東京近辺に比較して年間を通じて雨雪もその日数ははるかに多く, 晴天日数は少ない。また冬の1961年～1990年の平均気温および平均湿度をみると (国立天文台編, 2000), 東京近辺に比較して低温 (-1.3°C), 高湿度 (73.3%) である (第2表および第3表)。1931年の金色堂補習の際に金棺に詰めた石綿は1994年の開棺に当たって湿りの度合をみたところ含湿量は少なかったという (中尊寺編, 1994)。

中尊寺ハスの実が長寿を保った最も大きな原因は, 形態学的には果皮が非常に堅く, 水分やガスをほとんど通さないことである。成熟後10年前後で呼吸はほとんど行われなくなり, 休眠状態となって生命を保ったものと考えられる。棺内の中にしっかりしまった首桶が納められており, その首桶の中にハスの実が800年の間休眠状態で保存されていたことになる。金色堂および棺に覆われており, 温度および湿度の変化がきわめて少なかったのではないかと考えられる。また, 東北地方は, 一般に低温であり, 低温では生理作用が低下し物質の消耗が少なく, 微生物に侵されることも少なかったと推定される。また, 棺内の首桶では外部から水分や水蒸気などが透入することは考えられず, 一方, 乾燥し過ぎて果皮に亀裂を生じ, 休眠が破られるとも考えられない。

中尊寺ハスの実が長寿を保つことができたのは, 環境要因がきわめてよかったことに起因するのではないかと考えられる。

摘 要

中尊寺の藤原4代泰衡公の首桶に, 首級ミイラと共に800年間納められていたハスの実2個を供試し, 実生から開花までの生育経過を観察した。また, ハスの実・花・葉・花粉の構造, ハスの実の長寿を保つ原因および中尊寺ハスの長寿を保った要因を追究した。

1. 実生から開花までの生育経過

①, 重さ720mgおよび860mgの2個のハスの実を用いた。実の基部を切断し, 1993年5月20日に水の入ったガラスコップに入れ, 実生を開始した。実生後4日, 860mgの実が発芽したが, 720mgの実とは枯死していた。発芽後6日に, 第1葉が伸長し, わずかに根も伸長した。発芽後21日には, 第1葉および第2葉が展開し, 第3, 第4葉が伸長した。発芽後32日には, 第1～第5葉が展開し, 畑土を入れた小型の鉢に移植した。発芽後96日に, 畑に設けた丸鉢に, 畑土に中粒のマグアンプKを少量施し移植した。7枚の葉が展開したが全て浮葉であった。

②, 実生後1年 (1994年), 3本 (太いもの1本, 細いもの2本) の蓮根が形成された。丸鉢およびプラスチック製の長方形の容器に, それぞれ1㎡当たり中粒のマグアンプK 100 g および堆肥500 g 施した。順調に生育し立葉はみられたが開花はみられなかった。

③, 実生後2年 (1995年), 蓮根は8本 (太いも

のは4本、細いもの4本）形成された。プラスチック製の長方形の容器に、それぞれ2～3本移植し、1㎡当たり大粒のマグアンプKを100 g、化成肥料100 gおよび骨粉少量施した。順調に生育し、立葉はみられたが開花は見られなかった。

④. 実生後3年（1996年）、前年と同様の蓮根が12本形成された。栽培法および施肥量も前年に準じた。栽培容器はプラスチック製の丸型および長方形の容器を用いた。順調に生育し、立葉はみられたが開花は見られなかった。

⑤. 実生後4年（1997年）、前年と同様の蓮根が16本形成された。栽培容器、栽培法および施肥量も前年に準じた。順調に生育し、立葉もみられたが開花は見られなかった。栽培している畑が、日照不足であることを知り、開花が見られなかったことが判明した。

⑥. 実生後5年（1998年）、前年と同様の蓮根が20本形成された。栽培容器、栽培法および施肥量も前年に準じた。順調に生育し、7月14日に水中より抽出した蕾が確認された。7月29日に開花し、5日後の8月2日の早朝散花した。花の大きさは中型に属し、鮮やかな桃色を呈し、花卉は細弁で中型に属し“和蓮”に類似していた。

2. ハスの実の外部形態は、花柱痕、突起、帽状部、果体および凹所からなり、実の縦断面は、花柱痕、果皮、種皮、子葉、幼葉、空洞および凹所からなっている。ハスの実の果皮はきわめて強く、柵状組織の細胞が厚膜化しており、その直下に密に配列した厚膜組織層がある。なお、柵状組織のほぼ中央に透明帯がみられ、気孔直下に気孔道がある。ハスの実の果皮が堅いのは、厚膜化した柵状組織および厚膜組織などの機械組織が著しく発達しているためである。

3. ハスの実は、萼、花托（果托）、花卉（花被）、雄ずい、雌ずい（離生しずい）からからなり、ふつう花は3番めの苞の腋から生じ、真の頂生ではなく偽頂生である。花托は倒円錐形で上部はほぼ平らな円形面状で、小さな凹所を配し、その中に1個の雌ずいを蔵する。心皮は楕円形で成熟すると暗黒色を呈する。花卉は大型、倒卵形で長さ8～12cm、幅3～7cm、先端は凸出し鈍頭である。花卉には丸弁と細弁があり、中尊寺ハスは細弁に属する。花には一重咲（花卉が16～20枚）と八重咲（特に花卉数の多い妙蓮を含む）がある。開花期は、ふつう6月下旬～9月上旬までである。開花期間4日で、開閉を繰り返し4日めに散花する。

4. ハスには、水面に浮かぶ浮葉と水面より抽出

する立葉の2種類の葉がある。立葉の葉柄は構成する細胞の細胞壁の木化の程度が著しく、浮葉ではほとんど木化はみられない。また、短日条件では全て浮葉となる。葉には表面が滑らかなものと、ざらざらなもの2種類があり、前者は同じような長さの単細胞の乳頭突起が密集して分布しており、後者は前者のような単細胞の乳頭突起と盛り上がった多細胞の乳頭突起が混在して分布している。

5. ハスの花粉粒の形態は、円形で直径50μm前後で中粒に属し、発芽孔は長径で3本の溝をもっている。人の手が加わっていない古い野生種のハスには、4集粒花粉がみられる。中尊寺ハスには、12.4%の4集粒がみられた。

6. ハスの実の長寿の最も大きな要因は、果皮の構造にあり、厚膜化した柵状組織および厚膜組織層などの機械組織が著しく発達しているために、堅固で外部からの物質透入がないことである。含水量が少なく、呼吸作用が微弱で、さらに実の成熟後は年を経るにしたがって、含水量が徐々に減少し呼吸作用は極度に低下し、10年以降は呼吸がほとんど行われず、休眠状態になるのではないかと考えられる。

7. 中尊寺ハスの実の長寿の最も大きな原因は、ハスの実の果皮の構造にあることは勿論であるが、金色堂、棺内およびしっかりとしまった首桶という三重構造の中に納められており、温度や湿度などの外部環境にほとんど影響されなかったことによるものと考えられる。棺内には微生物の繁殖も証明されているが、微生物相互の生存競争によって汚染は少なく、繁殖が食い止められたのではないかと推測される。

引用文献

- Ewart, A.J. 1908. On the longevity of seeds. *Proc. Roy. Soc. Victoria (N.S.)*. 21: 1~210.
- 井上 靖・多田厚隆・佐々木邦世. 1982. 古寺巡礼 東国. 1. 中尊寺. p.1~164. 談交社. 東京.
- 岩波洋造. 1972. 花粉学大要. p.67~106. 風間書房. 東京.
- 北村文雄・阪本祐二. 1972. 花蓮. p.42~147. 講談社. 東京.
- 国立天文台編. 2000. 理科年表. p.202~213. 丸善. 東京.
- 中村俊一郎. 1985. 農林種子学概論. p. 195~232. 養賢堂. 東京.
- 中山 包. 1966. 農林種子の発芽. p. 288. 内田老鶴圃新社. 東京.
- 長島時子. 1969. ハスの立葉および浮葉の発生と日長条件に関する二, 三の観察. 恵泉短大紀要. 4: 58~71.
- 長島時子. 1977. れんこんの主茎第1節に形成される葉について—とくにその葉の生育に及ぼす遮光および施肥量の影響—. 園学雑. 46: 201~210.
- 長島時子. 1978. 植物と自然. 12 (8): 6~12.
- Ohga Ichiro. 1926. On the structure of some ancient, but still viable fruits on Indian lotus, with special reference to their prolonged dormancy. *Jap. Jour. Soc.* 3: 1~21.
- 大賀一郎. 1953. 古蓮実の年代とラジオ・カーボンテスト. 鴎友生物. 3: 1~5.
- 大賀一郎. 1954. ハスを語る. 口絵写真. p.57~62. 忍書院. 東京.
- 阪本祐二. 1979. ハスの花粉4集粒について. 日本花粉学会誌. 第24号: 75~76.
- 佐々木邦世. 1999. 平泉中尊寺. —金色堂と経の世界— p.117~140. 吉川弘文館. 東京.
- 豊田清修. 1967. ハスの実の研究. p.46~134. 井上書店. 東京.
- 中尊寺編集. 1994. 中尊寺御遺体学術調査最終報告書. p.149~204. 中尊寺. 平泉.