

## 豊田清修\*: ハスの果実の形態と加圧, 経年による変化

Kiyonobu TOYODA\*: The shape of the fruits of *Nelumbo nucifera* and its modification due to pressure or to time interval

ハスの果実は上部に花柱の遺物があり, 下部には果托と連絡する凹所がある。果皮の最外層は表皮で, これは永くたつと剝離するが, それは泥土中であつては2~4カ月, 空気中であつては5~15年くらいかかるようである。古くなると表皮や花柱のあとがとれるために上下の区別が困難になるが, 花柱に近い部分に小さい突起があり, これは心皮の先端にあたるところで, これで見分けがつく。

果実は平面的に見ると, だ円形, 卵形, 円形に分けられる。それにはその長径と短径とを測り, 短径/長径を計算する。それによりその値が 0.72 以上を円形とし, それより小さいものをだ円形, 中央部より下部にかけてやや大きくなっているもの, あるいは上部の方がやや大きくなっているものを, その形から卵形とする。また中央部から下部にかけてなだらかに彎曲しているもの (GC), 急に彎曲しているもの (SC) がある。ときには中央部がふくらみすぎたり, 下部が少し突出したものなど, 変形したものもある。

短径/長径を測定するには実物について, 新しいものでは花柱の根元の方から, あるいは花柱の遺物を取り除いて測る。写真によるときは多少の誤差を生ずることがあるので, 撮影, 測定のときは注意を要する。

このうち, もっとも普通のものはだ円形であり, 円形のは少く, “誠蓮” やイン

Table 1. The shape of the *Nelumbo* fruit is classified as “ellipse”, “ovoid” and “round”. Either a gentle or a sharp curve (GC, SC) extending from the middle to the under part of the fruit is often observed.

Ellipse	E	EGC	ESC
Ovoid	O	OGC	OSC
Round	R	RGC	RSC

ド・デリー大学の Maheshwari 教授から送られてきたハス (Fig. 1) などがこれに属する。

一般にハスの果実の形は同一系統のものは等形のものを生ずるようである<sup>1)</sup>。異形の果実を生ずる原因は他花受粉によるほか, 環境や栽培条件の違い, その他が考えられる。

耐圧試験と生命力 圧力試験機

\* 神奈川県立歯科大学生物学教室. Biological Laboratory, Kanagawa Dental College, Inaoka-cho, Yokosuka, Japan.

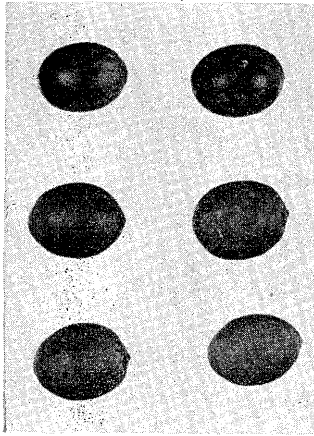


Fig. 1. *Nelumbo* fruits sent from Professor Maheshwari of Delhi University in 1965 (round).  $\times 0.8$ .

(東京衡機材料試験機FSD型, Fig. 2) を用い, ハスの果実がどの程度の圧力に耐えるかを試験した。それには前年(1969年)鎌倉市深沢のハス田で採集したハスの果実を無作為に30個とり, 1個ずつ鉄板において上から圧力を加え, その破壊されるときにの圧力を測った。

その破壊された果実の内部を1個ずつ観察し生命力を有するかどうかを調べた結果, すでに菌糸が侵入し, あるいは種子が萎縮して生命力を失ったと見られるもの10個, 明かに生命力を有すると見られるもの20個であった。

種子の生命力<sup>2)</sup>を調べるには, まず発芽力を調べる方法がある。種子の生命力は厳密にいうと発芽力とは異なるが, 普通には発芽力で表わされることが多い。そのほか酵素の強さを測る法, 呼吸作用を測る法などがある。ハスの果実の場合は外観上よりその形, 色, また比重を調べることによって, ある程度わかるが, 内部を調べるとほぼ確実となる。これらの結果は Table 2 に示される。

これによると, 生命力を有する果実は平均 54 kg 近くの圧力に耐えられることになる。なお果実の表面積はおよそ  $6 \text{ cm}^2$ , 圧力は部分的による強弱を考慮し, およそ  $1/5$

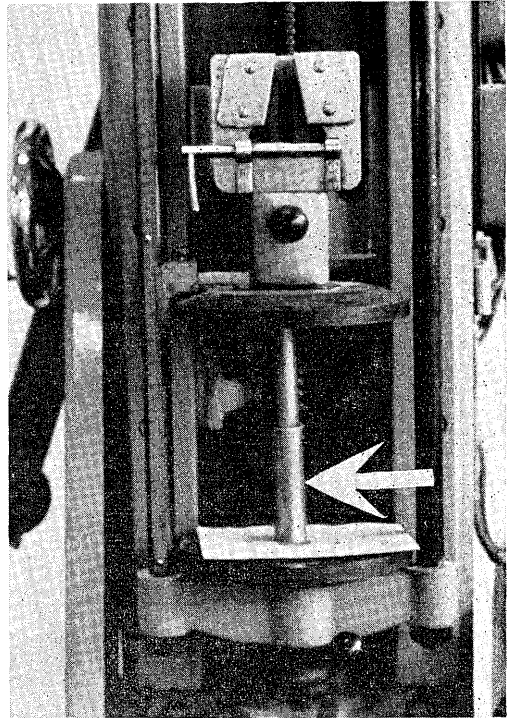


Fig. 2. Pressure machine and *Nelumbo* fruits in the vessel.

Table 2. The pressure-test by the pressure machine was carried out with 30 fruits, and proved that vital fruits were strong enough to bear an average pressure of near 54 kg.

	Number	Pressure (kg) when the fruit was broken		
		min.	max.	ave.
With vitality	20	32.0	69.8	54.0
No vitality	10	14.0	36.5	27.8

に作用しているものと推定される。果実の全表面に圧力を加えられた場合は、さらに強い圧力に耐えられるものと考えられる。

**土圧と圧力機による** 前年に採集したハスの果実の完熟したものを無作為に 10 個とり、短径/長径を測った結果平均値は 0.68 であった。マジックインキで番号を書き、さらに白インキで番号を書いて撮影した (Fig. 3)。30 cc 容量の注射器に土と水を入れながら、隙間がないようにこれらの果実を全部入れ、まず 12 kg の圧力を加えて放置し、7 日後にこれを取り出した (Fig. 4)。このときの圧力を調べてみると、注射筒内の半径は 1 cm で、その表面積は  $3.14 \text{ cm}^2$ 、 $1 \text{ cm}^2$  あたりでは 3.8 kg、これは水深では概算で 38 m、土壌の比重を 2.2 とすると、これは地下およそ

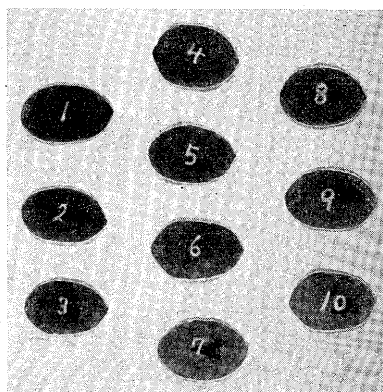


Fig. 3. *Nelumbo* fruits collected from lotus fields of Kamakura in 1969 before the experiment.  $\times 0.7$ .

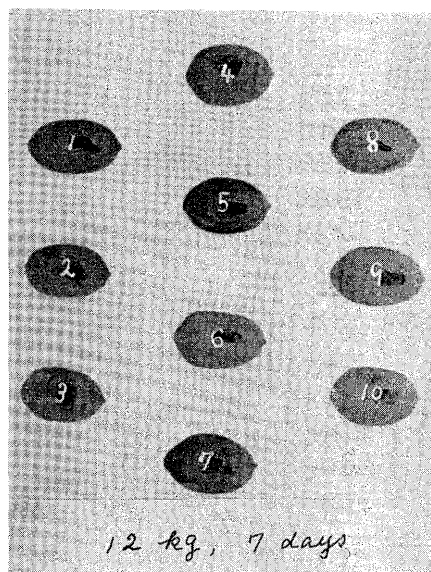


Fig. 4. *Nelumbo* fruits 7 days after a pressure of 12 kg (first experiment).  $\times 0.7$ .

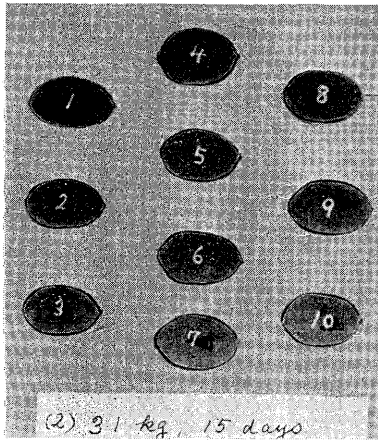


Fig. 5. *Nelumbo* fruits 15 days after a further pressure of 31 kg (second exp.); every picture before the experiment was laid on the same picture after the second exp.  $\times$ ca. 0.6.

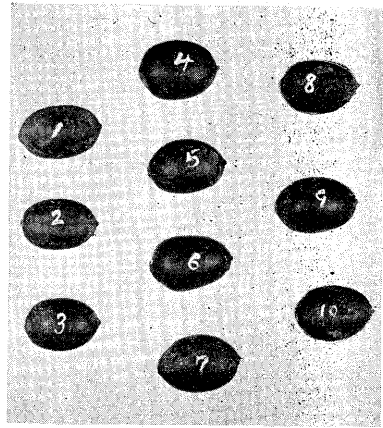


Fig. 6. The same *Nelumbo* fruits after the third exp. (61kg, 32 days).  $\times$ ca. 0.6.

Table 3. The value of the short diameter against the long diameter of the *Nelumbo* fruits decreased with the lapse of time as shown below.

Time lapsed (year)	Year when it was collected	Number of measurement	short diameter/long diameter
0	1969	30	0.68
1	1967	30	0.67
2	1968	26	0.66
3	1967	30	0.66
4	1964	14	0.65
6	1962	35	0.64
7	1961	23	0.64
11	1959	6	0.63
13	1957	4	0.62
14	1956	7 (see Fig. 7)	0.61
<i>Nelumbo</i> fruits collected under the soil of Pulantien		3 (see Fig. 8)	0.61
A fruit collected under the soil of Kemigawa		3 (see Fig. 9)	0.61

17.3 m における圧力に相当する。それによって破壊されることも、変形することも無い。これらの果実をさらに 50 cc 注射器（筒内の半径 1.2 cm）を用い、前記同様にして 31 kg の圧力を 15 日間加え、第 2 回目の実験を行った。このときの圧力は、地下およそ 31.1 m における圧力に相当する。その形態を精査した結果、変化は見られないし、短径/長径の値もほとんど変化しない。これを撮影し、この上に実験前に撮影したものを切り抜いてのせてみたが、だいたい一致することがわかった (Fig. 5)。この実験では果実は泥土とともに加圧され、取り出して洗うと目じるししたものが消えるため、改めて白インキで番号を記入し撮影する。したがって前実験における果実と同じ向きにすることができないことがあり、写真では多少異なることがある。

さらに強い圧力を加えるため鉄製の円筒 2 本（外筒の内径 1.1 cm）で圧力を加える装置を作り (Fig. 2)、この中に同じハスの果実を前記同様にして 60 kg、32 日間圧力を加え、3 回目の実験を行った。これは地下およそ 71.8 m における圧力に相当する。これを取り出したが、破壊されたものはなく、形態の変化も見られない (Fig. 6)。その短径/長径の値を実測した結果、0.67 であり、3 回の実験によって僅かに小さくなった。実際には果実がそれほどの深い地下に埋没することは普通にはないから、土圧による破壊はもちろんなく、変形についてもなさそうである。

**時間の経過による形態の変化** 成熟後のハスの果実が時間の経過によって縮小することはよく知られてい

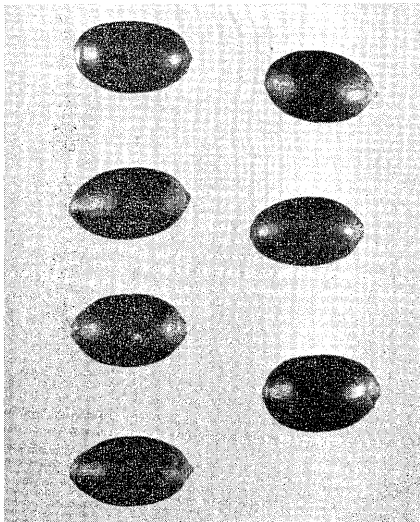


Fig. 7. *Nelumbo* fruits collected from Kamakura in 1956.  $\times 1.1$ .

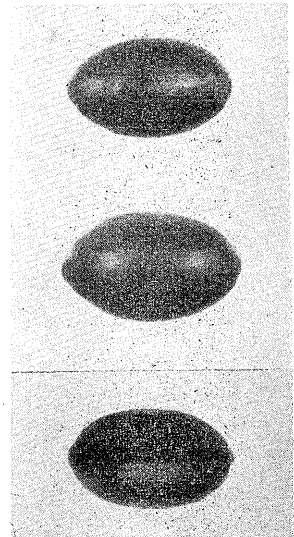


Fig. 8. *Nelumbo* fruits collected from under the soil of Pulantien, the upper two sent from Mr. Nakamura and the lower one obtained from Mr. Yokoyama.  $\times 1.5$ .

ることであるし、また筆者<sup>3)</sup>の調査によると、成熟後の果実の重量は9年間に徐々に減少することが明かにされた。

また多くの果実についてその短径/長径の値を調べてみたところ、成熟後の経過年数によって僅かながら小さくなることが明かになった。その結果は Table 3 に示される。

Table 3. はハスの果実が成熟後の経過年数によってその短径/長径の値は徐々に小さくなり、14年ぐらいでかなり小さい値となることを示している。これはだ円形あるいは卵形をした普通のハスの果実には大体適用されるようである。普蘭店出土のハス、検見川出土のハスともに個体数は少ないが、14年くらいたったものと等しい値を示していることは興味深いことである。

このように空気中に放置したもので、年数の経過によって短径/長径の値が小さくなることから、出土した果実においてその値が小さいことは、おそらく土圧によるものではないと考えられる。前の実験から明かのように、かなり強い圧力を長期間作用させても変形は見られなかった。一方また出土したハスの果実にもいろいろの形をしたものがあり、これらがすべて土圧によって変形したということはある得ない。検見川出土のハス (Fig. 9 左, E型下部突出しやや変形) が現在のいわゆる大賀ハス (Fig. 10, ESC型) と形が違うことが土圧によるとは考えられない。

検見川出土のハスの果実を発芽させ、翌年分根して7月に一民家で開花したと称するものの果実と、4年後に農事試験場で開花したものの果実の形を知ることには、検見川出土のハスの疑問を解明するのに重要であるが、これらに関するは何の論文もなく、これが明かでない今日、

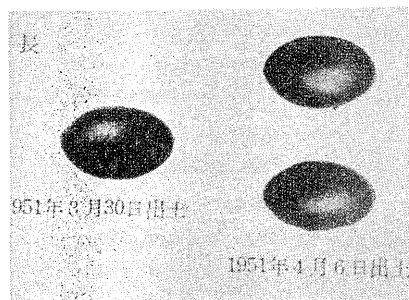


Fig. 9. *Nelumbo* fruits collected from the mud layer of Kemigawa (Ohga). It is said the left one germinated and became Ohga Hasu.



Fig. 10. The fruits of so-called Ohga Hasu collected from Chiba in 1968.  $\times 0.9$ .

果実の形態からみても疑問が残ることは当然だろう。

### 摘 要

1. ハスの果実の形は大きく分けると、だ円形、卵形、円形とすることができる。またその中央部から下部にかけてゆるやかに彎曲しているもの、急に彎曲しているものがある。そのほか多少変形したものもある。

2. 圧力機による耐圧試験では、生命力を有するものは平均 54 kg 近くの圧力に耐えられる。圧力が果実の全表面に作用するときは、さらに強い圧力に耐えられるだろう。

3. ハスの果実を土と水とともに容器に入れ、3回に亘り強い圧力を長期間かけ、取り出して調べた結果、変形は見られず、その短径/長径の値は僅かに小さくなった。

4. ハスの果実は年数の経過につれてその短径/長径の値は徐々に小さくなる。出土した果実においてもこの値は小さく、これは土圧によるものではないようだ。出土した果実の形にもいろいろあり、これが土圧によって変形したということはあるにない。検見川出土のハスの実が、現在のいわゆる大賀ハスの実と形が違うことも、土圧によるとは考えられない。

### 引用文献

- 1) 大賀一郎：植物及動物 3: 71 (1935)      2) 岡田要之助：生態学研究 2: 72 (1936)  
3) 豊田清修：ハスの実の研究 井上書店 (1967)

### Summary

1. The shape of the fruit of *Nelumbo nucifera* is classified as "ellipse", "ovoid" and "round". Either a gentle or a sharp curve extending from the middle to the under part of the fruit is often observed.

2. The pressure-test by the pressure machine proved that the vital fruit was strong enough to bear an average pressure of near 54 kg.

3. The *Nelumbo* fruits were put in a vessel with soil and water, and were subjected to a strong force for a long time, but no transformation was not seen and the value of the short diameter against the long diameter decreased only slightly.

4. The value of the short diameter against the long diameter generally decreased with the lapse of time. Its value was also small in the old fruits collected under the soil. It does not seem to be caused by underground pressure. The difference in the shape of the fruit collected from the mud layer of Kemigawa and the so-called Ohga Hasu does not seem to be caused by underground pressure.