

# 千葉県手賀沼湖底堆積物中の埋土種子の分布と保存状態

百原 新\*・上原浩一\*・藤木利之\*\*・田中法生\*\*\*

MOMOHARA, Arata\*, Koichi UEHARA\*, Toshiyuki FUJIKI\*\* and  
Norio TANAKA\*\*\*: Distribution and Preservation of Seed Bank  
in Lake Sediment of Teganuma, Chiba, Central Japan

千葉県北部の手賀沼は、かつては水生植物の宝庫であった(大滝 1975)が、1958~1965年に行われた干拓事業と流域の人口増加に伴う水質汚濁に伴って水生植物の絶滅が急速に進み、最も水質汚濁に弱い沈水植物は1973年に全種が消滅した(細谷 1993)。しかしながら、1990年にガシャモク *Potamogeton dentatus* Hagstr. を含む沈水植物が手賀沼湖畔の休耕田に掘られた溝に発生し(斉藤 1991)、1992年には遊水池にも発生した(千葉県環境部自然保護課 1999)。これらの水域は手賀沼干拓の際の盛土を掘り込むことで造成されたと考えられるので、手賀沼干拓前の湖底堆積物に保存された埋土種子から沈水植物が発芽再生した可能性が高い。

水生植物の種子は、還元環境にある水成堆積物中にシードバンクを形成するので、休眠種子が生きた状態で長期間保存される可能性が高い。実際に2000年以上前のハス *Nelumbo nucifera* Gaertn. 種子が発芽した例がある(大賀 1953)。このことは、現在すでに消滅した水辺の植物相を他地域からの移植によらずに復活させたり、絶滅が危惧されている個体群の遺伝子多様度を増加させるのに、過去の堆積物に含まれる休眠種子の利用が有効であることを示している。

埋土種子からの植生復元は、森林土壌の播きだし(梅原・永野 1997)や、湿地(Welling *et al.* 1988, 今橋・鷲谷 1996)や湖底(大村ら 1999)の表層堆積物の播きだしによる方法が行われてきたが、これらのごく最近に堆積した種子を使った植生復元である。手賀沼のように数十年前に植物の絶滅が進んだ地域での植生復元を行う際には、より下位の堆積物の層相や種子の分布、保存状況を調べた上で、埋土種子を利用する必要がある。種子、果実の水成堆積物中の分布や保存状態は、堆積時の水流の状態や堆積後の続成作用が大きく影響する(百原・南木 1988, 百原・吉川 1997)からである。

本研究は、過去の堆積物中の埋土種子の有効利用によって消滅した水辺植生を復活させることを目的とし、手賀沼湖畔の掘削工事によって盛土の下に現れた干拓事業以前の地層を調査し、発芽可能な種子の地層中での分布状態や堆積環境、保存状態、種子群の種構成を調べ、休眠種子の発芽を試みた。さらに、地層の花粉分析を行い、その結果から埋土種子の堆積年代を考察した。

## 調査地点の堆積物の層相

埋土種子を含む手賀沼干拓以前の湖底堆積物は、千葉県我孫子市浅間橋西側の手賀川北岸(Fig. 1の Loc. 1, 3)と岡発戸新田の手賀沼北岸(Fig. 1の Loc. 4)で、護岸および人工水路建

\* 〒271-8510 松戸市松戸648千葉大学園芸学部. Faculty of Horticulture, Chiba University, 648 Matsudo, Chiba 271-8510, Japan.

\*\* 〒610-1192 京都市西京区御陵大枝山町3丁目2番地 国際日本文化研究センター. International Research Center for Japanese Studies, 3-2 Oeyama-cho, Goryo, Nishikyo-ku, Kyoto 610-1192, Japan.

\*\*\* 独立行政法人国立科学博物館 筑波研究資料センター 筑波実験植物園. Tsukuba Botanical Garden, National Science Museum, 4-1-1 Amakubo, Tsukuba, 305-0005.

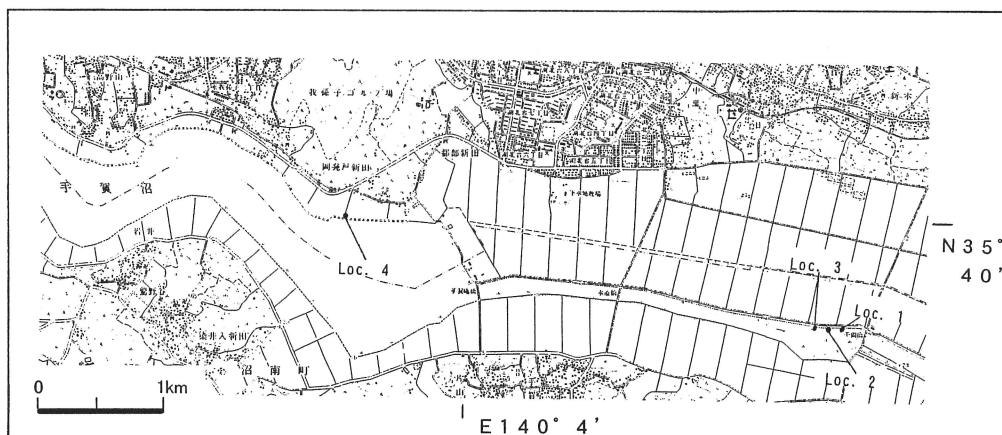


Fig. 1. Location of sampling points. The 1:25,000 topographical map “Toride” of the Geographical Survey Institute are used.

設のための掘削工事の際に露出した。浅間橋西側の手賀川北岸 (Fig. 1 の Loc. 2) では、工事で露出した露頭の底面よりもさらに 4 m 下位までの堆積物試料を、手掘りシンウォール・サンプリャー (直径 6 cm) を用いて採取した。各地点での地層観察の結果、作成した地質柱状図を Fig. 2 に示す。

Loc. 1 では現在の湖岸ヨシ帯の表土の下に盛土層が見られなかったが、Loc. 3 と Loc. 4 では地表下 1~2 m が主にローム質土壌からなる盛土層に覆われていた。Loc. 4 では盛土層は標高 1 m 以上と標高 0.3~0.6 m の 2 層に見られた。Loc. 4 の地層は、1958~1965年に行われた手賀沼干拓事業 (細谷 1993) によって造成された水田の外側に昭和50年代に設置された、湖岸遊歩道を掘り込んで露出した地層である。したがって、下位の盛土は1958~1965年のもの、上位の盛土は昭和50年代のものだと考えられる。

Loc. 1 の表層 10 cm, Loc. 3 の盛土直下 10 cm, Loc. 4 の上位の盛土直下 24 cm はヨシなどの抽水植物の根が密集する有機質塊状シルトから構成される。Loc. 1 と Loc. 3 では、この塊状シルトの下は、標高 -1.3 m までラミナの発達した中細粒砂層で構成され、しばしば周辺の下総台地を構成する上部更新統木下層から洗い出されたと考えられる貝化石が層状に密集する。砂層には植物片を豊富に含むシルト層が層状ないしレンズ状に挟在される。Loc. 4 でも下位の盛土層の下は砂が卓越し、標高 0~-2.4 m にシルト層が挟在する。Loc. 1 ないし 2 では、標高 -1.3~-3.9 m まで塊状シルトで構成され、しばしば砂層を挟在する。標高 -3.9~-5.6 m は砂が卓越し、標高 -4.9 m より下位では細礫を含む砂層となる。標高 -2.6 m よりも下位の地層には海生貝やウニの破片が多く含まれ、標高 -5.1 m では筒状の生痕化石が認められた。

#### 試料および方法

植物片を多く含むシルト質堆積物のうち、Loc. 1 の P1A, P1B, Loc. 3 の P3A, P3C, Loc. 4 の P4 の 5 つの堆積物 (Fig. 2) を採取し、研究室に持ち帰って埋土種子の選別作業を行った。現地ブロック状に採取した堆積物を水中でほぐしたあと、0.5 mm 目の篩を用いて水洗篩分した。処理した堆積物の量は、P1A が 36 リットル、P1B が 43 リットル、P3A が 6.5 リットル、P3C が 22 リットル、P4 が 52 リットルである。篩の上の残査をシャーレに分け、実体顕微鏡下で種皮や果皮の破損がまったくない種子・果実を拾い出した。拾い出した種子は種類ごとに分け計数したあ

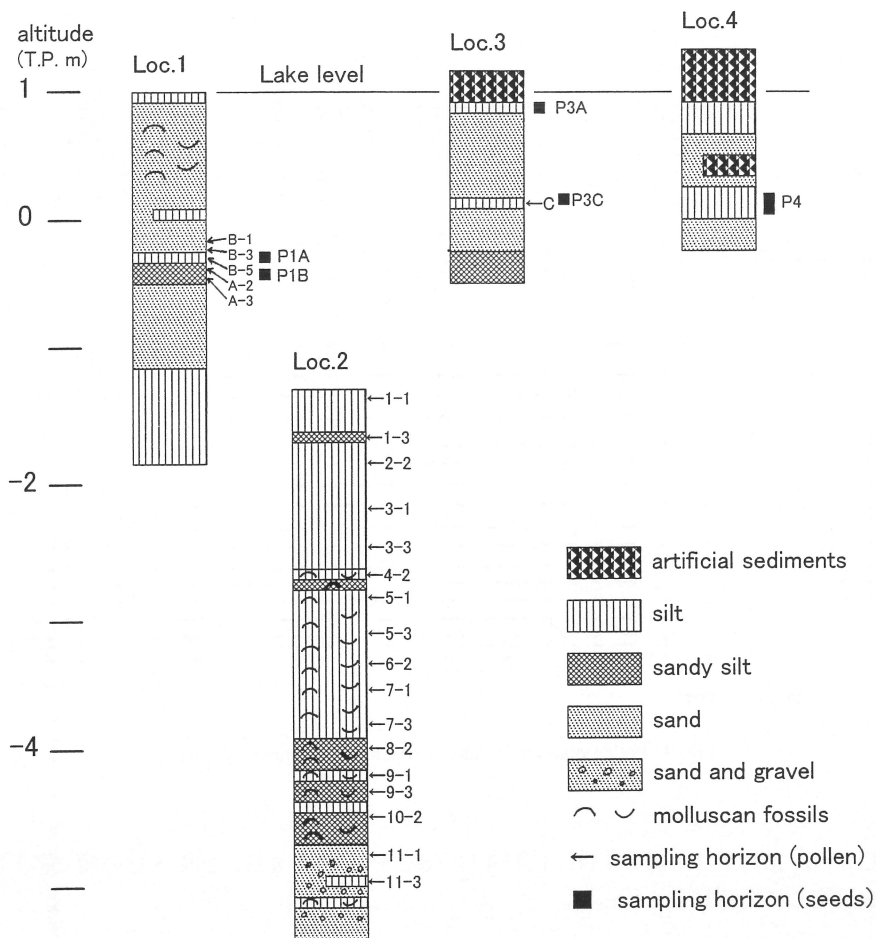


Fig. 2. Geological profile of sampling points.

と蒸留水の入った小瓶に分け、4°Cの冷暗所に保管した。また、拾い出したあとの篩の上の残査も70%アルコールに液浸して保管している。

花粉分析は、Loc. 1のB-1, B-3, B-5, A-2, A-3の5層準、Loc. 2の1-1から11-3までの17層準、Loc. 3のCの計23層準 (Fig. 2) で行った。堆積物をKOH処理、塩化亜鉛比重分離処理、アセトリシス処理したあとグリセリンゼリーで包埋したプレパラートを作成し、樹木花粉200個を目標と同定と計数を行った。樹木花粉、草本花粉とも全樹木花粉を基数とした花粉ダイアグラムを作成した (Fig. 3)。

P1AおよびP1B層準で拾い出した種子のうち、ヒルムシロ属果実 (ガシャモクセンニンモ *Potamogeton maackianus* A. Benn. 型およびササバモ *Potamogeton malaianus* Miq.) とセキショウモ属種子 (コウガイモ *Vallisneria denseserrulata* (Makino) Makino, セキショウモ *Vallisneria asiatica* Miki) について人工気象器内で温度条件を変化させて種子発芽試験を行った。発芽試験は段階温度法 (Gradually increasing and decreasing temperature method GT法: 鷲谷 1997) を用いて行った。段階温度法設定は、それぞれ20個の種子について、IT系 (温度上昇系) では4°C 8日, 8°C 5日, 12°C 4日, 16°C 3日, 20°C 2日, 24°C 2日, 28°C 2日, 32°C 2日, 36°C 2日, 12~25°C 5日の順で各温度条件, 各期間を設定し, DT系 (温度下降系) では36°C 2日, 32°C 2日, 28°C 2

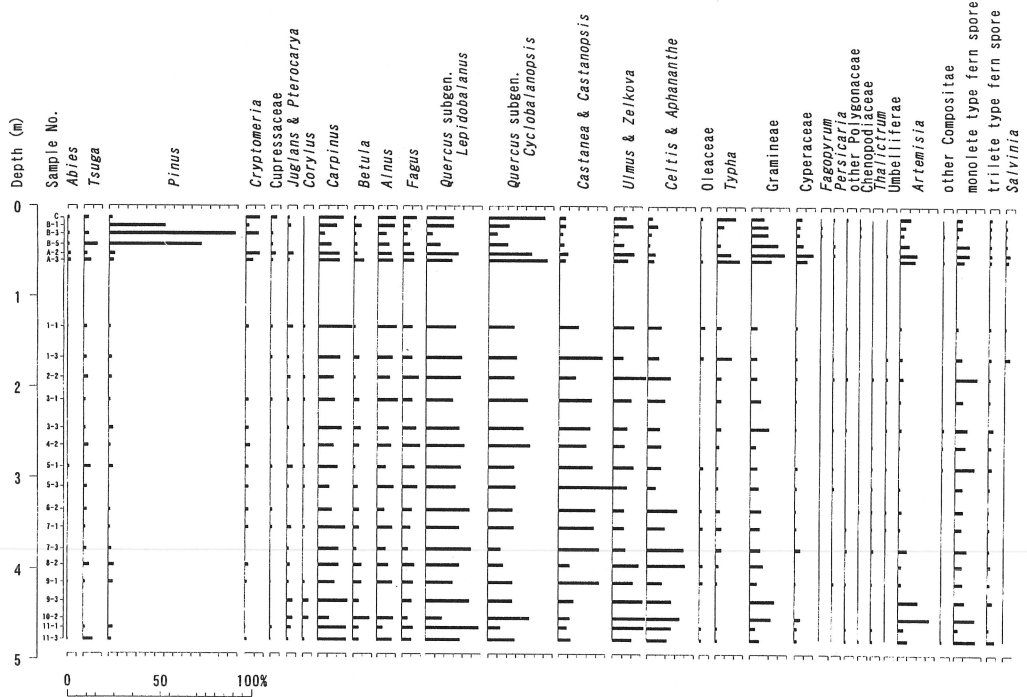


Fig. 3. Pollen diagram in lake sediment of Teganuma, Chiba.

日, 24°C 2 日, 20°C 2 日, 16°C 3 日, 12°C 4 日, 8°C 5 日, 4°C 8 日, 25°C 5 日の順で各温度条件, 各期間を設定して発芽試験を行った。

## 結 果

### 1. 種子の分布と種構成, 保存状態

種子群は, 標高-1.5 m 以上の砂層中に挟在するシルト層中に, 茎などの植物片とともに密集層を構成していた。砂層や標高-1.5 m 以下のシルト層には, 種子や植物片はほとんど含まれていなかった。砂層上部の盛土直下に含まれる有機質シルト層には, 植物片は多く含まれていたが種子は比較的少なかった。P3C は単位堆積あたりに含まれる種子や種子片の量が P1A, P1B, P4 に比べて非常に多かったが, 種子・果実表面が腐食していたり果皮が変質しているものが多く, 保存状態は悪かった。P3C に含まれるヒルムシロ属 D は果皮が変質していたものが大部分だった。

産出した埋土種子の種構成を Table 1 に示す。沈水植物と浮葉植物の種数と個数が多く, 輪藻類のフラスモ属の卵胞子, ヒルムシロ科のカワツルモ *Ruppia rostellata* Koch, ササバモ, ガシャモクーセンニンモ型果実, イバラモ科ではホッサモ *Najas graminea* Del. 種子, トチカガミ科のセキショウモ, コウガイモ, クロモ *Hydrilla verticillata* (L. fil.) Casp. 種子, ミツガシワ科のガガブタ *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze 種子が多かった。抽水植物ではフサモ属 *Myriophyllum* 核が多く産出した。このうち, カワツルモとコアマモ *Zostera japonica* Aschers. et Graebn. はこれまで手賀沼では採集記録がない植物である。水生植物と比較すると産出量は少ないが, イヌシデ型 *Carpinus tschonoskii* Maxim. type 果実, ニワトコ *Sambucus racemosa* L. subsp. *sieboldiana* (Miq.)



Table. 1. List of seeds buried in lake sediments

Horizon	P1A	P1B	P3A	P3C	P4
volume of sediments (litter)	36	43	6.5	22	52
<b>submerged and floating-leaved plants</b>					
<i>Nitella</i>	31	1		53	50
<i>Ruppia rostellata</i> Koch	+	164	5	133	+
<i>Potamogeton malaianus</i> Miq. type	31	67		9	247
<i>Potamogeton dentatus</i> Hagstr.	32	43		12	910
- <i>P. maackianus</i> A. Benn. type					
<i>Potamogeton</i> A	5				
<i>Potamogeton</i> B	12			14	
<i>Potamogeton</i> C	25				6
<i>Potamogeton</i> D	2	3	1	377	1
<i>Najas marina</i> L.	12	18		5	8
<i>Najas minor</i> All.	13 (6)	14 (8)		3	
<i>Najas graminea</i> Del.	1			120 (37)	3 (2)
<i>Zostera japonica</i> Aschers. et Graebn.				3	
<i>Vallisneria asiatica</i> Miki	11 (7)	12 (10)		32 (27)	48 (42)
<i>Vallisneria denseserrulata</i> (Makino) Makino	24 (10)			111 (64)	261 (250)
<i>Hydrilla verticillata</i> (L. fil.) Casp.	3 (3)	22 (21)	1	1	4
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.		2		1	1
<i>Nymphoides indica</i> (L.) O. Kuntze	159	510		33	168
<i>Nymphoides peltata</i> (Gmel.) O. Kuntze	1	4			13
<b>emergent and marsh plants</b>					
<i>Zizania latifolia</i> Turcz.				2	
<i>Carex</i> sect. <i>Carex</i>	6	3		1	
<i>Carex</i>	7		11	10	33
<i>Scirpus juncoides</i> Roxb. type	3	20		1	6
<i>Scirpus triqueter</i> L. type	4	6		4	29
<i>Alisma canaliculatum</i> A. Br. et Bouche		1			
<i>Sagittaria</i>	2				
<i>Myriophyllum</i>	175	34	1	38	927
<i>Triadenum japonicum</i> (Blume) Makino	8	7		7	1
<i>Lycopus</i>		1			
<b>terrestrial plants</b>					
<i>Carpinus tschonoskii</i> Maxim. type				2	
<i>Morus australis</i> Poir.				1	
<i>Broussonetia kazinoki</i> Sieb.		2			
<i>Ficus</i> cf. <i>oxyphylla</i> Miquel type		2		1	
<i>Boehmeria nipononivea</i> Koidz.				19	
<i>Persicaria scabra</i> (Moench) Mold. type	5	1		1	7
<i>Persicaria</i>				2	2
Chenopodiaceae - Amaranthaceae				2	
<i>Stellaria neglecta</i> Weihe				3	
<i>Stellaria alsine</i> Grimm var. <i>undulata</i> (Thunb.) Ohwi				1	
<i>Stellaria</i>	1		1		
<i>Rubus</i>		1		5	
<i>Eurya japonica</i> Thunb.		1			
<i>Actinidia arguta</i> (Sieb. et Zucc.) Planch.		1			
<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seemann		2		1	
<i>Hypericum</i>	1				
<i>Oxalis corniculata</i> L.			1		
<i>Idesia polycarpa</i> Maxim.		1	1		
<i>Sambucus racemosa</i> L. subsp. <i>sieboldiana</i> (Miq.) Hara		17		3	1
<i>Mosla dianthera</i> (Hamilt.) Maxim.		2		1	

Number in parenthesis indicates number of seeds with endosperm and/or embryo. + means abundant.

Hara 核, カラムシ属 *Boehmeria* 果実などの陸生の植物も含まれていた。種子群ごとに埋土種子の種構成は異なり, P1A, P1B ではガガブタ種子が, P3C ではヒルムシロ属 D とホッサモ, コウガイモが, P4 ではヒルムシロ属果実とコウガイモがそれぞれ多く含まれていた。P3A は, 種子の含有量が他の種子群に比べて少なく, スゲ属 *Carex* 果実が比較的多く含まれていた。

産出した種子のうち, カワツルモ, ガガブタ, フサモ, P3C のヒルムシロ属 D は種子を割って調べたところ, すべて種子の内部が保存されていなかった。また, フラスモ属 *Nitella*, コアマモ, アサザ *Nymphoides peltata* (Gmel.) O. Kuntze についても, 透過光によって種皮内部を観察したところ, 胚乳が認められなかった。種皮が透明で種子内部の保存状態を観察できるトリゲモ *Najas minor* All., ホッサモ, セキショウモ, コウガイモ, クロモでは, 30~90%の種子について胚乳が保存されていることが確認された (Table 1)。これらの種では, 種皮が少しでも破れている種子は胚乳が保存されていないことが多かったが, 種皮が完全な状態で保存されていれば, 胚乳の保存状態が非常に良好だった。

## 2. 花粉分析結果

全23層準の花粉割合は, B-5 よりも上位, すなわち標高-40 cm よりも上位の層準と B-5 より下位の層準, すなわち標高-40 cm よりも下位の層準とで木本花粉の組成が大きく異なった (Fig. 3)。B-5 よりも上位の層準ではマツ属 *Pinus* 花粉が高率で, その他の木本花粉の産出割合は少なかった。一方, B-5 より下位の層準ではコナラ属アカガシ亜属 *Quercus* subgen. *Cyclobalanopsis*, コナラ属コナラ亜属 *Quercus* subgen. *Lepidobalanus*, クリ属-シイ属 *Castanea-Castanopsis*, クマシデ属 *Carpinus* が比較的高率で産出する。標高-3.6 m の 7-3 よりも下位の層準ではエノキ属-ムクノキ属 *Celtis-Aphananthe* とニレ属-ケヤキ属 *Ulmus-Zelkova* が多くなる傾向があった。草本花粉は全体的にイネ科 *Gramineae* とシダ胞子の産出割合が多かったが, A-3 より上位の層準でガマ属 *Typha*, カヤツリグサ科 *Cyperaceae* が多くなり, 9-3 より下位と A-3 より上位の層準でヨモギ属 *Artemisia* が多かった。ソバ属 *Fagopyrum* 花粉は B-1, B-3 の 2 層準で検出された。



Fig. 4. *Potamogeton maackianus* growing from seed in P1B.

### 3. 発芽試験

発芽試験を行った種子は発芽しなかった。発芽試験中にトチカガミ科種子はカビが生えて腐敗してしまった。ヒルムシロ属果実も発芽試験後に種子を割って胚や胚乳の保存状況を調べたが、もともと胚が含まれていなかったか、含まれていても大部分が溶失してしまったかどちらかであった。しかしながら、堆積物から取り出した後、約4ヶ月、冷蔵庫（4℃、暗所）に保存していたP1B層準の種子試料から4個体のヒルムシロ科果実が発芽した（Fig. 4）。このうち2個体は国立科学博物館筑波実験植物園の屋外水槽で継続して育成され、約3ヶ月後には2個体ともセンニンモと同定された（Fig. 4）。

## 考 察

堆積物の層相から判断すると、標高-1.3 m以上の砂層は流水下で堆積したと考えられる。昭和30年代以前は手賀沼周辺には湧水が豊富にあり、手賀沼は流水域だったとされている（大滝1975）。その時代は砂が運搬されるほど水流のエネルギーが強く、シルトは相対的に流れの弱いところに堆積の場所が限られていたと考えられる。埋土種子は砂層には含まれず、砂層に挟在するシルト層に多く含まれていることは、種子が砂粒子よりもむしろシルト粒子とともに運搬されたことを示している。種子群P1A、P1B、P3C、P4の堆積には流水の影響があったことは、流域から流れ込んだ陸生植物の種子がかなり含まれていることから明らかである。しかしながら、それらの堆積環境は一樣ではなく、P3Cは種子を含まないヒルムシロ属果実が多いことから、水に浮く比較的軽い種子がはきよせられて堆積したと考えられ、P1A、P1B、P4では比較的重い種子と植物片が集積したと考えられる。したがって、種子群による種構成の違いは、堆積した時代の手賀沼の水生植物群落の種構成を反映しているというよりもむしろ、形状や比重によって種子が選別された結果だろう。一方、ヨシなどの根が密集するシルト層に含まれる種子群P3Aでは沈水、浮葉植物よりも抽水、湿生植物の種子が多いことから、ヨシ帯で周囲に生育する植物から供給された種子によって構成されていると考えられる。

種子群に含まれるカワツルモは汽水域に生育する植物で、コアマモは海水域に生育する植物である。これらの植物の産出からは利根川を通じて手賀沼に塩水が流入してこれらの植物が生育可能だった可能性と、縄文海進期の地層や最終間氷期の地層から洗い出された種子の再堆積の両方が考えられるが、両種ともすべての種子に胚や胚乳が保存されていなかったことから、古い時代の地層からの再堆積の可能性が高い。

標高-2.6 mよりも下位の塊状シルト層は、貝化石を豊富に含んでいること、花粉化石群でコナラ属アカガシ亜属やクリ属-シイ属の花粉が含まれており、北総地域では縄文晩期以降増加する（吉川1999）スギ属 *Cryptomeria* の花粉が少ないことから、縄文後期以前の縄文海進期に海水～汽水環境下で堆積したと考えられる。一方、標高-1.3 m以上の種子群を含むシルト層は、北総地域では14～15世紀以降に増加する（吉川1999）マツ属花粉が優占することから、少なくとも中世以降の堆積物だと考えられる。

今回発見されたP3A以外の埋土種子群は、現湖底もしくは盛土層より60 cm以上下位に分布していることから、1958～1965年の干拓事業よりも古い時代のものだと考えられる。にもかかわらず、セキショウモ属やトリゲモ属種子で胚乳が保存されていたり、一部のヒルムシロ属が発芽したことは、50年以上も古い時代の堆積物中の埋土種子でも植生再生に十分利用可能であることを示している。これらの埋土種子群は流水下で比較的急速に埋没し、その後還元環境下におかれたために保存状態が比較的良好と考えられる。今回、盛土直下の堆積物からは保存状態のよい種子群を得られなかったが、盛土の堆積によっても埋土種子が急激に還元環境下に置かれる可能

性が高い。盛土の直下に今回のような水流にはきよせられて堆積した種子群が発見されると、堆積した時代が新しいことで高い発芽率が期待できるだろう。

今回の発芽試験では発芽に成功しなかったが、これは種子が比較的古い時代のものであることとサンプル数が少なかったこと、ヒルムシロ属の場合はもともと胚や胚乳が含まれていなかったことが原因である。今後より多くの種子を使い、光条件や温度条件の変化パターンなどの条件を変えて試験を続ける必要がある。一方、水浸で冷蔵庫（4℃）に保存していた種子が発芽したことは、休眠打破には温度と光の刺激よりもむしろ、長期間の冷暗所での保存が必要である可能性が考えられる。

今回の調査によって、埋土種子は堆積物中に均一に分布するわけではなく、堆積環境の違いで種子の分布や保存状態、種構成が変化することが明らかになった。したがって、過去の堆積物中の埋土種子を利用する場合に、前もって堆積物の調査を行った上で種子群の保存状態や種構成を確認することが必要になる。手賀沼湖岸の造成池に干拓前の休眠種子から発生したガシャモク個体群の遺伝子多様度（Shannon's Information Index）は、現在日本で唯一残された自生地である北九州市お糸池の個体群や、中国雲南省アルハイ湖の個体群の遺伝子多様度よりも約2倍高いことが、RAPD法によるDNA解析によって明らかになっている（百原ら 印刷中）。このことは、生育個体数が現在よりもはるかに多かった時代の埋土種子集団が豊かな遺伝子多様度を維持しており、環境の悪化で危機的状況にある水辺の植生の再生に同じ地域から得られる埋土種子を利用することがきわめて有効であることを示している。今後、発芽可能な埋土種子の湖底堆積物中の空間分布が明らかになり、それらの埋土種子を確実に発芽させる技術が確立することで、その地域固有の遺伝子資源としての埋土種子の重要性はますます高まっていくと考えられる。水辺は開発事業が盛んな場所であるとともに、自然保護活動も活発に行われている注目度の高い場所であり、そこでの埋土種子からの植生再生は、きわめて公共性の高い新しい環境保全事業に発展する可能性がある。

## 謝 辞

本研究は、財団法人双葉電子記念財団と財団法人河川環境管理財団の研究助成によって行われた。試料の採取に際し、市民団体「手賀沼にマジミとガシャモクを復活させる会」、建設省利根川下流工事事務所、千葉県土木部東葛飾土木事務所に協力いただいた。また、千葉大学古在豊樹教授からは多大なご助言、ご援助をいただいた。これらの方々には感謝いたします。

## 摘 要

現在すでに消滅してしまった千葉県手賀沼の水生植物相を、自然環境が良好だった40年前以前に湖底に堆積した埋土種子から再生させることを目的に、手賀沼干拓前の地層を調査し、埋土種子の地層中での分布状態や堆積環境、保存状態、種子群の種構成の調査、地層の花粉分析、休眠種子の発芽試験を行った。その結果、埋土種子は堆積物中に均一に分布するわけではなく、堆積環境の違いで種子の分布や保存状態、種構成が変化することが明らかになった。流水環境で比較的急速に堆積した種子群では、種皮が完全な状態で保存されていれば胚乳が保存されていることが多く、センニンモの発芽も確認された。

## Summary

To restore extinct aquatic flora of Teganuma Lake, Chiba, central Japan, using seeds buried more than 40 years ago when very good natural environment existed, lake sediments deposited prior to the land reclamation was studied. Distribution, sedimentary environments, preservation, and species composition of buried seeds were studied with pollen analysis of sediments and germination tests. As a result, it has been ascertained that buried seeds are not distributed uniformly in sediments. Distribution, preservation, and species composition of seeds are influenced by their sedimentary environments. In seed assemblages deposited quickly under water flow, most of seeds with intact seed coat have conserved endosperm. *Potamogeton maackianus* germinated from buried seeds.

## 引用文献

- 千葉県環境部自然保護課, 1999. 千葉県の保護上重要な野生生物—千葉県レッドデータブック—植物編. 千葉県.
- 細谷岑生, 1993. 現代の印旛沼と手賀沼の漁業. 山田彦彦・白鳥孝治・立本英機 (編), 印旛沼・手賀沼水環境への提言. 古今書院・東京. p. 109-115.
- 今橋千代美・鷺谷いづみ, 1996. 土壌シードバンクを用いた河畔冠草草原復元の可能性の検討. 保全生態学研究 **1**: 131-147.
- 百原 新・南木睦彦, 1988. 大型植物化石群集のタフノミー. 植生史研究 **3**: 13-23.
- ・上原浩一・田中法生, 印刷中. 埋土種子を利用した手賀沼の水辺植生の再生. 平成13年度財団法人双葉電子記念財団研究成果報告書. (財)双葉電子財団・茂原.
- ・吉川昌伸, 1997. 蛇行河川内での大型植物化石群の堆積過程. 植生史研究 **5**: 15-27.
- 大賀一郎, 1953. 古ハスの果実の寿命とラジオ・カーボンのテスト. 文芸春秋 **31**: 44-47.
- 大村理恵子・村中孝司・路川宗夫・鷺谷いづみ, 1999. 霞ヶ浦の浚渫土まきだし地に成立する植生. 保全生態学研究 **4**: 1-19.
- 大滝末男, 1975. 水生植物の分布と生態. 千葉県生物学会 (編), 新版千葉県植物誌. 井上書店・東京. p. 216-232.
- 斉藤吉永, 1991. 幻のガシャモクの出現. 水草研究会報 **43**: 24-26.
- 梅原 徹・永野正弘, 1997. 「土を撒いて森をつくる！」研究と事業をふりかえって. 保全生態学研究 **2**: 9-26.
- 吉川昌伸, 1999. 関東平野における過去12,000年間の環境変遷. 国立歴史民俗博物館研究報告 **81**: 267-287.
- 鷺谷いづみ, 1997. 保全「発芽生態学」マニュアル—休眠・発芽特性と土壌シードバンク調査・実験法 (連載第3回). 保全生態学研究 **2**: 77-86.
- Welling, C. H., R. L. Pederson and A. G. van der Valk, 1988. Recruitment from the seed bank and the development of zonation of emergent vegetation during a drawdown in a prairie wetland. J. Ecol. **76**: 483-496.