

## 準絶滅危惧種ミクリ (*Sparganium erectum* L. var. *erectum*) とオオミクリ (*S. erectum* L. var. *macrocarpum* (Makino) Hara) の自生集団におけるフェノロジーと種子発芽特性の調査

石居天平・中山祐一郎・山口裕文

**要約：**滋賀県今津町の河川に自生するミクリ (*Sparganium erectum* L. var. *erectum*) と和歌山県貴志川町のため池に自生するオオミクリ (*S. erectum* L. var. *macrocarpum* (Makino) Hara) のフェノロジーを調査し、自生地から得た種子を用いて発芽試験を行った。両変種は早春に地上部のシュートを発生し、6月頃開花し、夏に種子を散布し、冬には地上部が枯れる夏緑性多年生草本の生活史を示した。ミクリでは、一年に生じるシュートのうち開花結実するシュートの割合が高く、攪乱にともなって果実やラメットが散布され、自生地では春と秋に実生の生育がみられた。オオミクリでは、開花結実するシュートの割合が低く、種子は散布されたものの、実生の生育は認められなかった。果皮の切除処理と段階温度法によって種子の休眠特性を分析したところ、両種とも結実直後の種子は休眠状態にあり、一定期間は果皮を切除しても発芽しないが、約1年間の後熟の後に休眠覚醒し、果皮を切除すると発芽した。ミクリの種子は発芽に変温要求性を示し、オオミクリの種子は変温をあまり要求しなかった。野外での観察結果とあわせると、ミクリは特定の季節に発芽する性質をもつと推定された。河川に自生するミクリの生活史特性は攪乱の頻繁な生育地に適し、ため池に自生するオオミクリの生活史特性は攪乱頻度の低い環境に対応していると考えられた。

**キーワード：**絶滅危惧植物、ミクリ、生活史、種子発芽、フェノロジー

### 緒 言

農業生態系をふくむ二次的自然環境には多くの絶滅危惧植物が生育しており、とくに水湿地に自生する種では絶滅の危険度が高いため<sup>3)</sup>、農業生産の向上や圃場整備事業などにおいても、そのような種の存続への配慮が望まれており、積極的な活用も模索されている。絶滅危惧種の保全や希少種をもちいた環境修復を効果的に進めるには、それらの生活史特性や遺伝的多様性などの基礎的情報を蓄積し、遺伝子レベルから景観レベルまでの各階層について生物多様性の成り立ちを解明し、それに基づいて方策を決定する必要がある<sup>17)</sup>。とくに農業生態系では、植物群落の遷移の進行と遷移の後退のバランスが生産活動による攪乱によって決まるので、対象種の維持や管理にあたっては、どのような生態的条件のもとで、個々の種がどのような生活を営み、発芽や繁殖など生活史特性のひとつひとつのスケジュールがどのように決定されているかを知る必要がある。

灌漑水路、ため池、中小河川などの水域を生育場所とするミクリ (*Sparganium erectum* L. var. *erectum*) とその近縁種は、多年生の抽水植物で、北半球およびオーストラリアに広く分布している<sup>7)</sup>。日本ではその自生地は減少する傾向にあり、ミクリは植物版レッドデータブック<sup>8)</sup>において準絶滅危惧種に、近畿地方では絶滅危惧種Aに指定されている<sup>10)</sup>。オオミクリ (*S. erectum* L. var. *macrocarpum* (Makino) Hara) は、ミクリの変種に位置づけられ、塊茎をもち果実は幅広く上部が平坦なのでミクリと区別されるが、分類群としての実体は十分には理解されていない<sup>6)</sup>。オオミクリは、本州に稀に産するとされ<sup>6)</sup>、近畿地方では絶滅危惧種Cに指定されている<sup>10)</sup>が、分布の現状には不明な点が多く<sup>6)</sup>、植物版レッドデータブック<sup>8)</sup>には記載がない (ミクリとオオミクリを広義のミクリとして扱っている可能性もある)。この

ように、ミクリ属植物では分類や同定に関する研究が十分でなく、個々の種や分類群の自生状況や繁殖、生活史特性の把握も正確でない。そのため、水辺環境の保全や自然修復にミクリ属植物を積極的に使用する試みも始まっているが、活用や管理技術の作成が困難な現状にある。

本研究では、ミクリ属でもとくに実体の不明瞭なミクリとオオミクリをとりあげ、近畿地方で確認されたそれぞれの自生地におけるフェノロジーの推移と種子の発芽生態を調査し、その結果からミクリとオオミクリの生態的特徴と生育地環境の特徴の関わりについて議論する。

## 材料および方法

### 調査地

京都大学総合博物館 (KYO) および大阪市立自然史博物館 (OSA) の植物標本庫に所蔵されている標本の採集地を参考として、ミクリの調査対象地を滋賀県今津町境川 (北緯35度50分, 東経136度10分, 以下今津と示す) とし、オオミクリの対象地を和歌山県貴志川町平池 (北緯34度15分, 東経136度, 以下貴志川と示す) とした。今津個体群は野坂山地から琵琶湖まで流れる境川の河口より300m上流付近の浅水域にあり、ミクリは傾斜の緩い石積み護岸となっている兩岸の流路にあるヨシ (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) の群落沿いにパッチ状の局所個体群を形成して散在している。貴志川個体群は平池遺跡・古墳群を含む周囲約1.6 kmの平池にあり、オオミクリは水田と接した池の南岸のヒメガマ (*Typha angustifolia* L.) 群落内にパッチ状の局所個体群を形成して点在している。

1999年7月にそれぞれの調査地で2×2 mの方形区(コドラート)を3カ所設け、明瞭に独立したシュート(株)を単位として、1ヵ月ごとにコドラート内のシュート数(株数)を継続的に記録した。草丈60 cm未満で花序をつけないシュートを栄養繁殖段階 (vegetative phase), 草丈60 cm以上で花序をつけないシュートを無花序段階 (non-flowering adult), 花序の出現から雄花の花粉放出の停止または雌花の柱頭の枯死までの状態を開花段階 (flowering adult), 球果(集合果)の形成から果実の散布の終了までの状態を結実段階 (fructiferous adult) と定義して、各段階のシュートの数を記録

し、フェノロジーの年間推移を調査した。また、共存する植物種とともにコドラート内におけるミクリおよびオオミクリの被度を目測し、被度階級値を記録した。コドラート内の被度が100~76%を被度階級5, 75~51%を4, 50~26%を3, 25~6%を2, 5~1%を1, 1%以下を+とした。また、コドラートの枠内と枠外の環境状態も観察・記録した。調査は2000年12月にうち切った。

### 種子発芽試験

1999年9月10日に今津で採取したミクリの果実(ひとつの果実のひとつの種子をもつ裂開しない堅果であるため、以下では「種子」と表記する)と同年10月19日に貴志川で採取したオオミクリの種子を供試した。採取した種子は試験に用いるまでポリエチレンネットに入れて、そのポリエチレンネットを屋外の水槽に入れ、地下水をかけ流した湛水(流水)状態で保存した。

種子散布直後(採種後2ヵ月以内)における休眠の状態を知るために、1999年11月16日に、深さ1.5 cmの蒸留水を入れたプラスチック容器に40粒の種子を置床し、これを25℃恒温下で24時間明条件と暗条件で維持し、4週間の発芽数を記録した。明条件では発芽を適宜調査し、暗条件では4週間後に最終発芽数を記録した。また、ミクリの種子発芽には珠孔の除去が必要とされているので<sup>2)</sup>、果皮を切除した種子を用いて、同様の条件で発芽数を調べた。

ミクリでは、胚の成熟と種子休眠性との関係を明らかにするために、屋外の湛水条件で約15ヵ月間保存した果皮無処理の種子をプラスチック容器に入れ、20/25℃の変温条件下で12時間明/暗条件に維持し、2000年12月1日から4週間にわたって数日ごとに発芽数を記録した。

種子発芽の温度依存性を知るために、段階温度法(以下GT法)<sup>13, 15)</sup>によって分析した。屋外の湛水条件でミクリでは約5ヵ月および13ヵ月間、オオミクリでは約4ヵ月および12ヵ月間保存した種子を用いて、2000年2月9日および10月13日に試験を開始した。深さ1.5 cmの蒸留水を入れたプラスチック容器に果皮を除去した40粒の種子を置床し、3反復として試験した。恒温器内は昼光色蛍光灯による明条件で処理した。GT法では温度上昇系(以下IT系とする)および温度下降系(以下DT系とする)の温度処

理区を設けた。IT系では、一定温度の維持期間を8日、5日、4日、3日、2日、2日、2日、2日、2日として設定温度を4℃から36℃まで4℃ずつ上昇させ、36℃（最終温度）の処理を終了した後、12℃と25℃の変温条件に1週間おいた。また、DT系では、一定温度の維持期間を2日、2日、2日、2日、2日、3日、4日、5日、8日として設定温度を36℃から4℃まで4℃ずつ下降させ、4℃（最終温度）の処理を終了した後、25℃の恒温条件に1週間おいた。温度を変化させた日毎に、発芽した種子を取り除いて発芽数を記録し、最終温度処理までの累積発芽率を最終発芽率とした。保存期間の異なる種子の最終発芽率のちがいをミクリとオオミクリで比較するために、最終発芽率の角変換値を用いて、IT系とDT系のそれぞれにおいて保存期間および変種を要因とする二元配置の分散分析を行った。また、温度処理後、残った種子を変温または恒温条件に1週間おいて発芽数を調べ、これと累積（最終）発芽数を合計し総種子数との比から最大発芽率を求めた。この処理で発芽しなかった種子について、さらにテトラゾリウム（TTC）試験によって生死を調べた。2,3,5-トリフェニルテトラゾリウムクロライドが1%となるよう緩衝液（0.4M pH7.0コハク酸ナトリウム、0.1M pH7.0リン酸二水素ナトリウム）で希釈し、TTC試験液とした。十分吸水させた種子を胚が露出するように切断し、これを38℃暗黒条件下でTTC試験液に2時間浸し、胚が赤色に染色された場合、生存していると判断した。

また、野外での長期の発芽動態を観察するために、1999年10月24日に網目状のポリエチレンネットの袋にミクリ1788粒とオオミクリ860粒の無処理の果実を入れ、屋外の湛水条件下で管理し、発芽数を継続的に記録した。

### 結果および考察

#### フェノロジーの推移と植生の変化

1年4ヵ月の間に17回のフェノロジー調査と12回の植生調査を行った。ミクリとオオミクリは、夏緑性多年生草本にみられる一般的なフェノロジーを示した（Fig. 1）。今津のミクリは、1999年7月にはすでに開花を終え、結実していた。8月下旬から9月中旬には台風や前線が通過し、その際の降雨によって生育地では水位が平常時よりおよそ1 m上

昇し、攪乱されたため、結実していたシュートのほとんどから果実が飛散し、地下茎が破碎されて地上部の一部が流されたシュートもあり、生育しているシュートの数が減少した。9月中旬には栄養繁殖段階のシュートはコドラートあたり平均46本まで増加し、全体の88%は栄養繁殖段階のシュートであった。増加したシュートは流されずに残ったシュートの地下部からの再生と推定される。また、破碎されたシュートの一部がコドラートの外に漂着し、定着していた。果実が散布された後、コドラート内には実生は観察されなかった。また、果実は厚いスポンジ状の果皮をもつため浮き易く、水流で流されていた。10月にはコドラート外の水中に沈水状態の6個体の実生が認められた（Fig. 1）。調査開始時にはコドラート内にはミクリのみが生育していたが、台風通過後にはチゴザサ（*Isachne globosa* O. Kuntze）、ヨシおよびイボクサ（*Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz.）が侵入し、ガマ（*Typha latifolia* L.）やヘラオモダカ（*Sagittaria canaliculatum* A. Br. et Bouche）、ミゾソバ（*Persicaria thunbergii* (Sieb. et Zucc.) Gross）の生育も認められた（データ省略）。7月から10月の4ヵ月間では、台風直後の9月に1つのコドラートでチゴザサが優占した以外はすべてミクリが優占し、その平均被度は3.9であった（Table 1）。9月から11月にかけてはミクリの開花株はみられず、無花序段階および栄養繁殖段階のシュートも減少し、総シュート数は徐々に減少した。12月にはミクリの地上部は侵入していた植物種とともに全て枯死したが、地下部は冬を越した。コドラート外に沈水状態で生育していた実生由来のミクリは、冬期にも水中の茎葉を枯死させず、越冬しているのが確認された。

2000年にはミクリの平均シュート数は1999年よりも少ない傾向にあったが、7月以降における生育段階ごとの構成はほぼ変わらなかった（Fig. 1）。2000年3月からシュートの出芽がみられ、栄養繁殖段階のシュートが増加し、コドラートあたり30本ほどがみられた。5月には堤防および高水敷で除草作業が行われ、ミクリの地上部も若干除去されたが、大きな影響はなく、4月から5月には無花序段階のシュートが増加した。6月には花序をつけたシュートが観察され、その後開花段階のシュートが増加した。コドラート外では水中葉をもつ新しい実生が

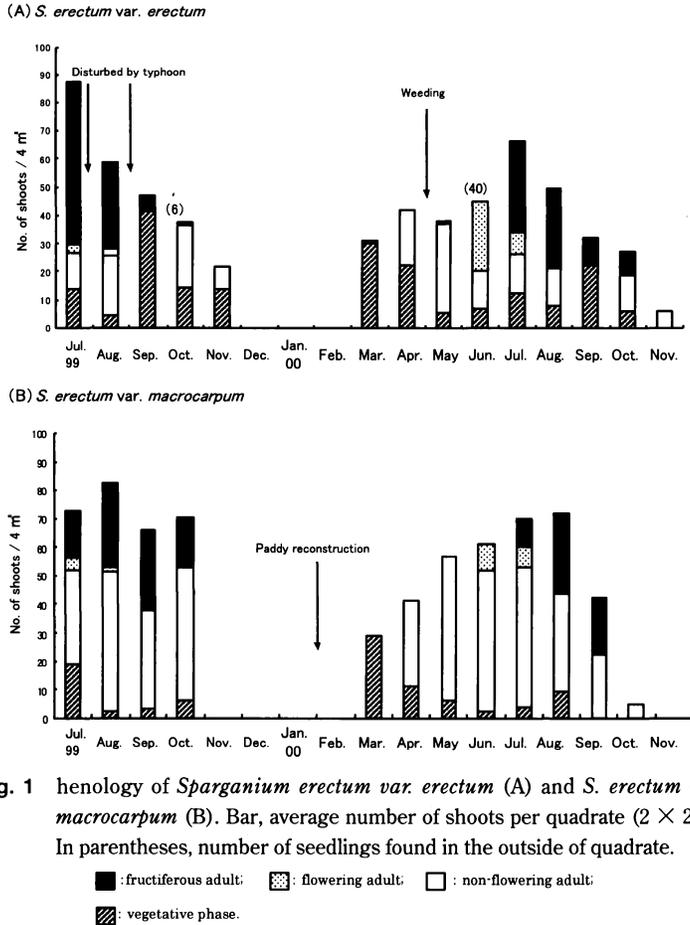


Fig. 1 phenology of *Sparganium erectum var. erectum* (A) and *S. erectum var. macrocarpum* (B). Bar, average number of shoots per quadrat (2 × 2m). In parentheses, number of seedlings found in the outside of quadrat.

■ : fructiferous adult; ▨ : flowering adult; □ : non-flowering adult;  
 ▩ : vegetative phase.

40個体みられた。この実生は前年以前に散布された果実由来と推定される。この頃には、チゴザサ、ヨシ、サクラタデ (*Persicaria conspicuum* Nakai) などの旺盛な生育がみられた。コドラート内の植物には、アカメヤナギ (*Salix chaenomelioides* Kimura)

のような木本の実生もみられた(データ省略)。7月から10月の4ヵ月間でのミクリの被度は1999年の同時期よりも減少し、8月に1つのコドラートでミクリが優占した以外は、チゴザサとクサヨシ (*Phalaris arundinacea* L.) が優占した (Table 1)。7月には

Table 1 : Coverage of *S. erectum* and dominant species in monitoring sites in 1999 and 2000

Population/Quadrat	1999		2000	
	Mean coverage	Dominant species	Mean coverage	Dominant species
Imazu -1	4.3	<i>S. erectum var. erectum</i> (3), <i>Isachne globosa</i> (1)	2.3	<i>Isachne globosa</i> (4)
	-2	3.5	2.3	<i>Isachne globosa</i> (4)
	-3	4	3	<i>Phalaris arundinacea</i> (3), <i>S. erectum var. erectum</i> (1)
Kishigawa -1	5	<i>S. erectum var. macrocarpum</i> (4)	-	-
	-2	5	4.3	<i>S. erectum var. macrocarpum</i> (3), <i>Isachne globosa</i> (1)
	-3	4	4.3	-

In parentheses, number of months when the species dominated during 4 months (from July to October). Mean coverage, average of the coverage for 4 months (from July to October).

ミクリの開花株は結実しはじめ、8月から9月に果実が散布された。果実の散布とともに地下茎から生じた若い株がみられた。10月には結実段階の株の割合が前年の同じ時期より高かったものの、9月から11月には前年と同様にシュート数が少なくなる傾向にあった。2000年の夏は記録的な小雨となったため、河川中央の流水域が露出し、沈水状態にあった一部の実生が抽水し、10月には約25株ほどに減少した。この時期には実生は側枝を伸長させ、複数の新しいシュートを備えるようになり、実生由来の個体の識別が困難となった。

貴志川では1999年7月にはコドラート内に約73本のオオミクリのシュートがみられ、そのほとんどは無花序段階にあり、一部ではすでに結実していた (Fig. 1)。この年の貴志川では台風などによる大きな攪乱はなかった。オオミクリは8月と9月には無花序段階から花序・結実段階へ徐々に変化した。晩夏には若いシュートは顕著に増加せず、10月までは全体のシュート数と果実段階のシュートの割合には大きな変化はなかった。果実をつけたシュートは10月までみられ、地上部は11月にはすべて枯死した。コドラート内に共存する植物は、水位の差異に対応して異なっていたが、夏季の間には植生の種構成に大きな変化はなかった。どのコドラートでも多数のキショウブ (*Iris pseudoacorus* L.), ガマ, ヤナギタデ (*Persicaria hydropiper* L.), イボクサがオオミクリとともに生育していたが、一つの種の優占度は高くなく、水が溜まったところではウキクサ (*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.) がみられた (データ省略)。7月から10月の4ヵ月間の優占種はオオミクリであり、その平均被度は4.7であった (Table 1)。11月から水位が低下し、コドラート部分では地表面が露出乾燥し、水中で越冬するオオミクリはなかった。自生地周辺では、2000年2月に水田の基盤整備工事が行われ、それに伴って2つのコ

ドラートを含む自生地の大部分が埋め立てられ、周辺の水路はコンクリートで被覆された。裸地化した池の周辺には浮遊して漂着した果実もみられたが、実生は1個体も見られなかった。調査対象のコドラートが破壊されたため2000年には一つのコドラートのみでフェノロジーを調査した。2000年には前年と同じように台風などによる大きな攪乱はなく、オオミクリはチゴザサ, マコモ (*Zizania latifolia* (Griseb.) Stapf), イ (*Juncus effusus* L.) などと同じ程度の被度で生育していた (データ省略)。コドラート内は3月から5月にかけて低水位あるいは湿った状態にあったが、水位は6月になっても上昇せず、8月には生育地は露出し、乾燥した。オオミクリは2000年3月から出芽をはじめ、4月から5月に無花序段階のシュートが徐々に増加し、6月には開花が始まった (Fig. 1)。7月から8月にかけて結実がみられ、結実した株から果実が散布され、9月から10月にはシュート数が減少し、前年と同様に11月には地上部は枯死した。7月から10月の4ヵ月間では、10月にチゴザサが優占種となった以外はすべてオオミクリが優占し、その被度は4.3であった (Table 1)。オオミクリの実生はコドラート内では認められなかった。基盤整備工事に伴って裸地となったオオミクリの生育跡地では5月には畑雑草の生育がみられ、オオミクリの塊茎と果実が漂着し、漂着した塊茎から育つと推定されるシュートも確認された。これらのシュートは7月には6本の花茎を伸長し開花したが、いずれも結実しなかった。

ミクリおよびオオミクリともに種子の結実・散布が観察されたが、種子繁殖による実生の生育はミクリのみで観察された。また、ミクリとオオミクリは植物体の断片からの再生が認められ、エゾミクリ (*S. emersum* Rehmman) と同様に<sup>1)</sup>、地上部か地下部の違いに関わらず、植物体のすべての節から新たなシュートを再生し繁殖できることがわかった。

Table 2 : Germination rate of seeds with and without pericarp under different conditions

Species/variety	Treatment			Germination rate (%)*under	
	Term stored in aquarium	Dehulled/hulled	Temperature	Light	Dark
<i>S. erectum</i> var. <i>erectum</i>	2 months	Dehulled	25°C	2.5	5
	2 months	Hulled	25°C	0	0
	15 months	Hulled	20/25°C	0.83	—
<i>S. erectum</i> var. <i>macrocarpum</i>	1 month	Dehulled	25°C	5	5
	1 month	Hulled	25°C	0	0

\* Cumulative (pooled) germination rate during 4 weeks based on evaluation for 40 seeds with three replications.

## 発芽特性

採種後2ヵ月以内の種子を用いた発芽試験では、ミクリ、オオミクリとも明/暗条件に関係なく、果皮を切除しなかった種子はまったく発芽せず、果皮を切除した種子のみ発芽し、その発芽率は2.5%から5%であった(Table 2)。また、採種後約15ヵ月にわたって湛水中で保存した無処理のミクリの種子では、120粒のうち1粒のみが発芽した(発芽率0.83%)。この条件では、実験開始時点には水に浮いていた果実は、湛水中で15ヵ月を経ると果皮が水分を吸収し、水中に沈むようになった。果皮は手で簡単に取れるほどにやわらかくなっていたが、剥離することなくほとんど残っていた。

採種より4~5ヵ月を経た種子を用いたGT法による試験では、ミクリとオオミクリの発芽率は低く、最終発芽率はミクリおよびオオミクリともIT系とDT系の両方で10%以下であった(Fig. 2 a)。オオミクリのDT系では最大発芽率が最終発芽率よりわずかに増加し平均11.7%となったが、オオミクリのIT系とミクリでは最終発芽率と最大発芽率に差がなかった。TTC検定では、ミクリでは発芽しなかった種子の90%程度、オオミクリでは80%程度の生存が確認された(Fig. 2 a)。DT系の最終発芽率は、保存期間、変種間、交互作用のいずれにも有意性がみられた(期間 $P=0.001$ 、変種 $P=0.003$ 、交互作用 $P=0.009$ )。これは時間経過に依存した種子の休眠解除のパターンがミクリとオオミクリとで有意に異なること示しており、採種から12~13ヵ月を経た種子の最終発芽率がオオミクリでは平均10.8%であったのに対し、ミクリでは平均51.7%となったことに原因している(Fig. 2 b)。また、IT系の最終発芽率には、保存期間( $P=0.001$ )と変種( $P=0.032$ )に有意差がみられたが、交互作用( $P=0.102$ )は有意でなかった。これは、ミクリとオオミクリとも採種から12~13ヵ月を経た種子が4~5ヵ月を経た種子より発芽しやすく、その傾向には変種間に差のないことを示している。また、ミクリのIT系では最大発芽率は最終発芽率より約10%上昇した。TTC検定ではミクリでは残った種子の92.5%、オオミクリでは約60%ほどの生存が確認された(Fig. 2 b)。発芽可能な温度はミクリでは12℃から32℃、オオミクリでは16℃から32℃であった。

屋外の湛水条件においた果皮無処理の種子については、ミクリでは1999年11月および2000年6月にそれぞれ3粒、10月には5粒、11月には27粒の発芽が確認された(累積発芽率は1.96%)が、オオミクリでは発芽は確認されなかった。

一般に種子の発芽には、種子内部の発芽阻害要因が取り除かれ(休眠の解除)、発芽に都合の良い外的な環境条件が完備される必要がある。種子の休眠には、未熟な胚に原因する休眠と、種皮や果皮などがガス交換や水分吸収を妨害するなど胚を取り巻く部分に原因する休眠とが知られている<sup>14)</sup>。採種後2ヵ月以内の種子では果皮を除去しない場合はいずれの条件でも発芽しなかった。ミクリの種子は珠孔を取り除くと発芽するとされているが<sup>2)</sup>、この時期のミクリとオオミクリの種子は果皮の除去でわずかに発芽した。一方、採種から15ヵ月を経た種子では果皮を除去しないとまったく発芽がみられなかった。これらから、散布された直後のミクリとオオミクリの種子はきわめて深い休眠状態にあり、果皮の存在がなんらかの種子休眠の原因になっているが、種子の休眠解除には長期間の後熟も必要であると考えられる。屋外の湛水中に保存した種子の発芽動態は、ミクリの自生地では水中に少数の実生が確認され、オオミクリの自生地では実生が確認されなかったことに対応している。ミクリでは、果実が水中に長期間滞在することによって後熟が進み、さらに果皮が腐敗したり、自然攪乱によって果皮が損傷され、珠孔とともに果皮が除去されると休眠が解除されるため、ある時期に散布された種子は長期にわたって少しづつ、晩春と晩秋に出芽すると考えられる。オオミクリの野外での出芽には、他の外的な環境要因が必要なのかも知れない。

GT法の評価では、ミクリとオオミクリの除皮種子の多くは気温15℃から25℃で発芽しており、種子発芽に好適な温度条件はこの範囲と考えられる。しかし、結実後4~5ヵ月にあたる2000年2月からのGT法の試験では両種とも発芽可能温度域に種子を曝しても発芽しないか非常に低い発芽率しか示さず、結実後1年を経た種子のGT法による評価では、ミクリの発芽率はIT系およびDT系のいずれでも良好に上昇し、オオミクリでもIT系において発芽率が大きく上昇した。ミクリの実生は自生地において10月と6月に確認されたが、この時期の気温はGT法

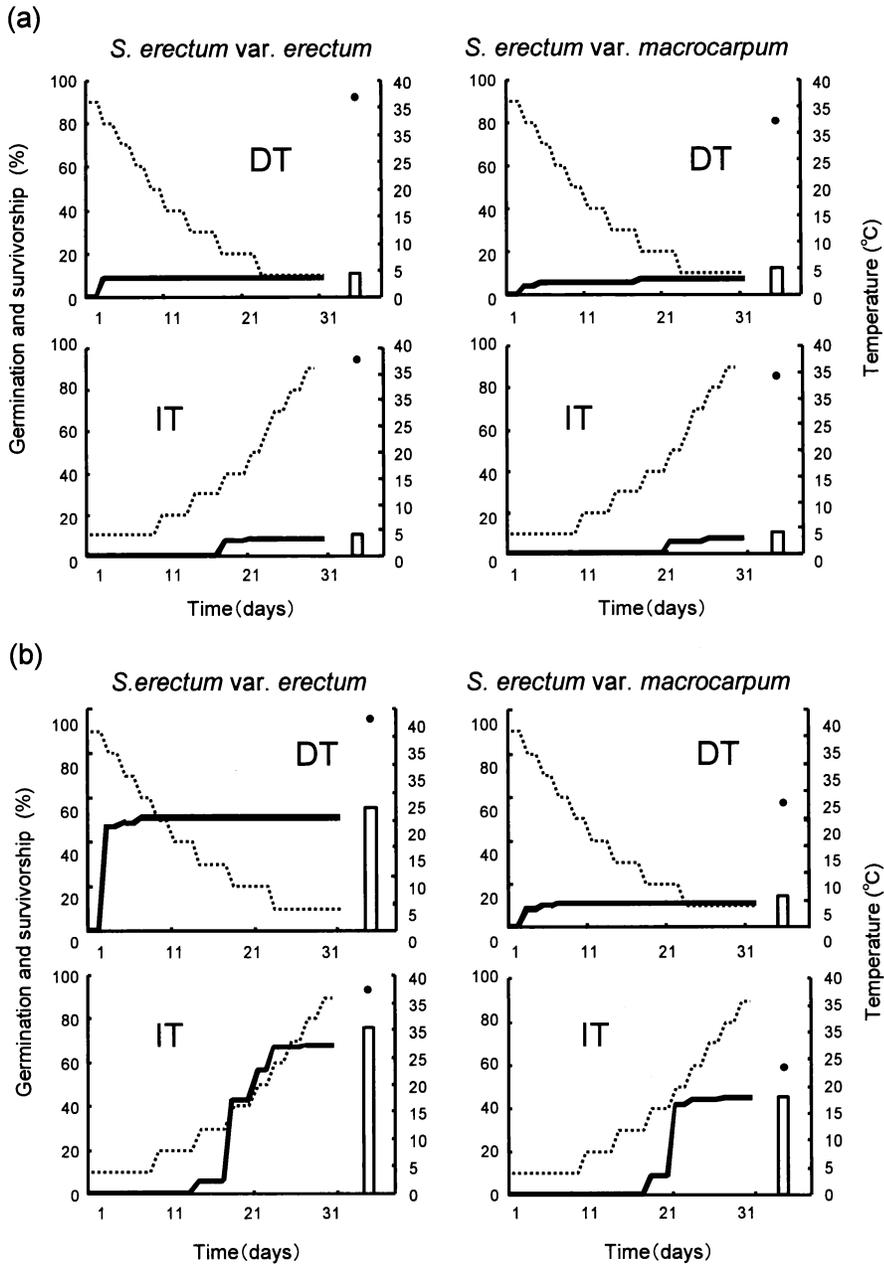


Fig. 2 Seed germination and survivorship under gradually increasing and decreasing temperature (GT) method in *S. erectum* var. *erectum* and var. *macrocarpum*. Seeds removed pericarp and micropyle were exposed to the DT and IT regimes from February 2000 (a) and from October 2000 (b). Bold line, cumulative germination rate; broken line, temperature regime; bar, maximum germination rate; dot, survivorship.

による発芽適温に近い。休眠解除への後熟期間を考えると10月の実生は当年の結実種子ではなく、6月の実生と同様に前年もしくはそれ以前に結実散布された種子と考えられる。結実後1年以上を経た種子のGT法による評価では、12℃と25℃の変温条件に1週間おいた場合、ミクリの発芽率は約10%上昇した。攪乱依存性植物や湿生植物には変温要求性の高い種が多いことから<sup>4,15)</sup>、ミクリの種子の休眠覚醒機構は、攪乱が頻繁に生じる水路や河川の生育地の条件に適合するようにプログラムされていると推定される。オオミクリではGT法においてミクリとは異なる種子発芽特性を示した。オオミクリの種子はミクリと同様に約1年の後熟のち休眠覚醒され、低温で休眠が解除され、高温で休眠が誘導されていると考えられる。オオミクリでは自生地における実生や屋外の湛水中に保存した種子の発芽は確認されなかったが、温帯域の春に萌芽する植物では冷湿処理した種子でIT系のみでの最終発芽率が高まる例がみられる<sup>15)</sup>ことから、GT法の結果は、オオミクリの種子発芽特性も季節性をもつことを示唆している。

水田雑草の種子は、水深3cm前後の湛水状態で良好に発芽するものが多い<sup>5,11,12)</sup>。しかし、水生植物では水流で散布され岸边に打ち上げられた種子だけが発芽する例も知られている<sup>16)</sup>。ミクリとオオミクリでは種子が水流で散布されており、本調査地でみられたミクリの実生は水中にあった。また水深30cm以上の深さに沈んだミクリの種子の発芽や、河川沿いの浅水域でのミクリの種子の堆積も観察されている(紙谷ほか、未発表)。本研究の発芽試験では水深1.5cmの湛水条件のみを設定したが、ミクリとオオミクリの低い発芽率を説明するためには、湿潤状態などの他の条件での検討も必要である。

ミクリとオオミクリは、同じ種の変種に位置づけられているが、本研究で調査したそれぞれの生育地である河川や水路とため池では、攪乱の時期や頻度や共存する植物も大きく異なっていた。本研究で明瞭にしたミクリとオオミクリにおける生活史の違いの一般性を決定するには、生態的条件の異なる複数の個体群の調査と詳細な分析が必要である。

## 引用文献

- 1) Barrat-Segretain, M.H., G. Bornette and A. Hering-Vilas-Boas 1998. Comparative abilities of vegetative regeneration among aquatic plants growing in disturbed habitats. *Aquatic Botany* **60**, 201-211.
- 2) Cook, C.D.K. 1962. *Sparganium erectum* L. *Journal of Ecology* **50**, 47-55.
- 3) 藤井伸二 1999. 絶滅危惧植物の生育環境に関する考察. *保全生態学研究* **4**, 57-69.
- 4) Grime, J.P., G. Mason, A.V. Curtis, J. Rodman, S.R. Band, M.A.G. Mowforth, A.M. Neal and S. Show 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. *Journal of Ecology* **69**, 1017-1059.
- 5) 伊藤一幸・渡辺泰 1983. オモダカ科雑草の生育と繁殖体形成に及ぼす水位の影響. *雑草研究* **28**, 187-193.
- 6) 角野康郎 1994. 「日本水草図鑑」. 文一総合出版, 東京, 179 pp.
- 7) 角野康郎 1996. ミクリ科. 岩槻邦男他監修「朝日百科 植物の世界 第10巻 種子植物単子葉類2」, 朝日新聞社, 東京, pp.228-231.
- 8) 環境庁自然保護局野生生物課 2000. 「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—8 植物I (維管束植物)」. 自然環境研究センター, 東京, 664 pp.
- 9) 日本植物分類学会 1993. 「レッドデータブック 日本の絶滅危惧植物」. 農村文化社, 東京, p. 48.
- 10) レッドデータブック近畿研究会 2001. 「改訂・近畿地方の保護上重要な植物—レッド・データブック近畿2001—」. 平岡環境科学研究所, 神奈川, 164pp.
- 11) Wan X.C., G.X. Wang and I. Washitani 2004. Seed germination responses of *Monochoria korsakowii* Regel et Maack, a threatened paddy weed, to temperature and soil moisture. *Plant Species Biology* **19**, 203~207.
- 12) 汪光熙・草薙得一・伊藤一幸 1996. ミズアオイとコナギの種子の休眠, 発芽, 萌芽特性の差異. *雑草研究* **41**, 247-254.
- 13) Washitani, I. 1987. A convenient screening test system and a model for thermal germination responses of wild plant seeds: behavior of model and real seeds in the system. *Plant Cell and Environment* **10**, 587-598.
- 14) Washitani, I. and M. Masuda 1990. A comparative study of the germination characteristics of seeds from a moist tall grassland community. *Functional Ecology* **4**, 543-557.

15) 鷺谷いづみ 1997. 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, 77-85.

16) 鷺谷いづみ 2002. 霞ヶ浦アサザプロジェクトが切り開く未来. 種生物学会編「保全と復元の生物学」, 文一総合出版, 東京, pp. 235-249.

**A note on phenology and seed-germination behavior in two natural populations of the endangered aquatic macrophytes, *Sparganium erectum* var. *erectum* and *S. erectum* var. *macrocarpum* (Sparganiaceae).**

Tempei Ishii\*, Yuichiro Nakayama  
and Hirofumi Yamaguchi

**Summary**

Annual fluctuation of the phenological features and seed-germination behavior in two natural populations of *Sparganium erectum* L. var. *erectum* and var. *macrocarpum* Hara, in the Kinki district, Japan were monthly monitored from July, 1999 to November, 2000, and seeds from natural populations were examined by pericarp removal and a gradually increasing and decreasing temperature method (GT method). Two varieties showed a standard phenological pattern as summer green perennials. They emerged as above-ground juveniles in spring, bore flowering inflorescences in July, disseminated fruits in late summer to autumn, and withered above-ground shoots in winter. Plants of *S. erectum* var. *erectum* bore many flowering shoots in summer and

disseminated seeds and/or ramets with disturbance of its natural habitats by flood caused by typhoon and/or with normal seed disseminations. Its seedlings naturally emerged in spring and autumn with wide annual fluctuations. Plants of *S. erectum* var. *macrocarpum* showed a low rate of flowering shoots compared with that of var. *erectum*, and no seedlings were found in the natural habitat after seed dissemination. The seeds of two varieties showed a similar primary dormancy immediately after dissemination. The seeds which excised their pericarps broke dormancy one year later. The GT method indicated that seeds of var. *erectum* required more temperature fluctuation than those of var. *macrocarpum*, suggesting adaptation of germinating behavior to a particular season. Our results suggested that var. *erectum* has a life history trait adaptable to the disturbed habitat near a river and var. *macrocarpum* to a relatively stable environment such as a pond with stable water.

Graduate School of Agriculture and Biological Sciences,  
Osaka Prefecture University, 1-1  
Gakuen-cho, Sakai, Osaka, 599-8531, Japan.

hyama@plant.osakafu-u.ac.jp (Hirofumi Yamaguchi)

\*Present address: 204 1-5-10 Iwayakita, Nada, Kobe,  
Hyogo, 657-0846, Japan.