

埋土種子を利用した湿地の原植生復元に 関する保全生態学的研究

郭 英華

環境動態学専攻

1. はじめに

琵琶湖からはこれまで1000種以上の動植物の分布が報告され、そのうちの61種が固有種である。しかし、この100年間に琵琶湖周辺の湿地はその80%以上が失われ、生物種の26%がレッドデータリストに記載されているのが現状である。このような危機的状況の中で、内湖・湿地生態系を復元することに社会的な関心が集まっている。

自然が改変された場所に植生を復元する手段として、土壤中に休眠している埋土種子を用いた方法が有望であると考えられてきた。この方法は、復元場所の植物の遺伝的特性を変えることがなく、また、材料の入手・採集が比較的容易で、さらに絶滅した種の復元の可能性もあることなど、多くの利点を持つとみなされてきた。しかし、土壤中における埋土種子の空間分布や生存過程を包括的かつ定量的に評価した研究はこれまでなかった。

埋土種子を調べる主な方法は2つある。一つは土壌を撒きだして発生した実生を調べる実生発生法であり、もう一つは土壌中に含まれる種子を直接調べる直接観察法である。既往研究の多くは実生発生法によるもので、直接観察法の例は少なく、特に2つの方法を統合した研究例はない。

そこで、本研究では実生発生法と直接観察法を併用して埋土種子の成立過程を検討すること、および埋土種子を使った湿地復元の有効性について評価することを目的とした。

2. 実生発生法による琵琶湖の浚渫残土の埋土種子相の把握

毎年琵琶湖で大量に発生する浚渫残土を対象とし、実生発生法により、埋土種子相の概要を調べた(表1)。その結果、沈水植物は8種が確認され、ほとんどが琵琶湖とその周辺の現存種であった。湿生・抽水植物は一般的な水田雑草種であった。希少種に関してはミズオオバコ、オオアブノメ、ミズアオイ、シャジクモの4種が確認されが、個体数は少なかった。琵琶湖の周辺に優占するヨシの発芽はまったく認められなかった。希少種の個体数は少なかったが、植生復元に利用可能なことがわかった。しかし、浚渫残土は各地で浚渫された土壌が混合したものであるため、埋土種子の由来した場所や土壌深度の情報は分からなかった。

表1. 実生発生法により琵琶湖の浚渫残土から発芽が確認された植物のリスト

科名	種名	生育環境	RDB	*環境省*	**滋賀県
ゴマノハグサ科	アメリカアゼナ	湿性、抽水			
	オオアブノメ	湿性、抽水	○	VU	要注
	タケトアゼナ	湿性、抽水			
アリノトウグサ科	ホザキノフサモ	沈水			
ヒシ科	ヒシ	沈水			
ミソハコベ科	ミソハコベ	湿性、抽水			
イネ科	マコモ	抽水			
オモダカ科	オモダカ	湿性、抽水			
カヤツリグサ科	ウキヤガラ	抽水			
トチカガミ科	クロモ	沈水			
	コウガイモ	沈水			
	ネジレモ	沈水			
	ミズオオバコ	沈水	○	VU	
ヒルムシロ科	ササバモ	沈水			
ミズアオイ科	コナギ	湿性、抽水			
	ミズアオイ	湿性、抽水	○	NT	絶滅増
シャジクモ科	シャジクモ	沈水	○	VU	

RDB：*環境省、VU：絶滅危惧Ⅱ類、NT：準絶滅危惧
**滋賀県、絶滅増：絶滅危機増大、要注：要注目種

3. 直接観察法による旧内湖干拓地の埋土種子の把握

前章では土壌の由来した場所や深さの影響は不明であった。そこで、特定の場所(旧内湖干拓地)でボーリングした土壌を対象にして土壌深度が埋土種子相にあたる影響を、直接計数法により評価した(表2、図1、図2)。

琵琶湖の優占種であるヨシは確認されなかった。土壌の深さと種子数には相関はみられなかった。一方、土壌の深さと種数には強い負の相関が見られた。埋土種子の科の構成は前章の結果とは大きく異なり、共通した科はヒルムシロ科のみであった。この違いは、調査場所か調査方法のいずれかの違いによるものと考えられた。どちらの要因が重要かを判断するためには、同じ土壌を対象として、2つの調査方法を使って比較する必要があることがわかった。

表2. 旧内湖で採取された5mのボーリングコアに含まれる埋土種子の種(分類群)構成。直接観察法による

分類群	
イネ科	オヒシバ
	エノコログサ属spp.
	メヒシバ属spp.
	イネ科sp.
カヤツリグサ科	カヤツリグサ属sp.
	スゲ属sp1.
	スゲ属sp2.
	ホタルイ属sp.
	カヤツリグサ科sp.
	キク科sp.
キンボウゲ科	キンボウゲ科sp.
タデ科	オオイヌタデ
	ギシギシ
タデsp.	
トウダイグサ科	エノキグサ
ナデシコ科	ハコベ属sp1.
	ハコベ属sp2.
ヒルムシロ科	ヒルムシロ属sp1.
	ヒルムシロ属sp2.
不明(5種)	

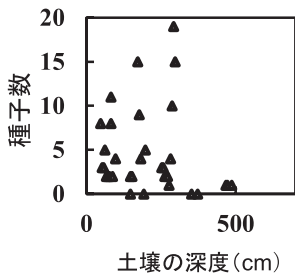


図1. 土壌の深度と種子数の関係

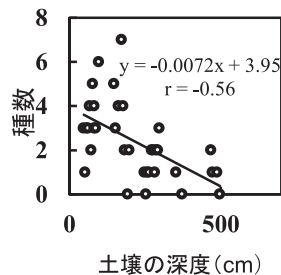


図2. 土壌の深度と種数の関係

4. 実生発生法と直接観察法を統合した埋土種子の密度・生存率・発芽率の推定

本章では、実生発生法と直接観察法を併用し、さらにその結果を合理的に統合することにより、種子の密度・生存率・発芽率といったパラメータを定量的に評価することを目的とした。そのために、2手法の関係を統合したベイズモデルを構築し、解析に用いた。

十分なデータが得られたコナギ、イバラモ属、ホタルイ属、シャジクモ科の4分類群について推定を行った(図3)。推定の結果、直接観察法で最も多くの種子が発見されたホタルイ属では、推定された種子密度も最も高かった。しかし、生存率は最も低く、

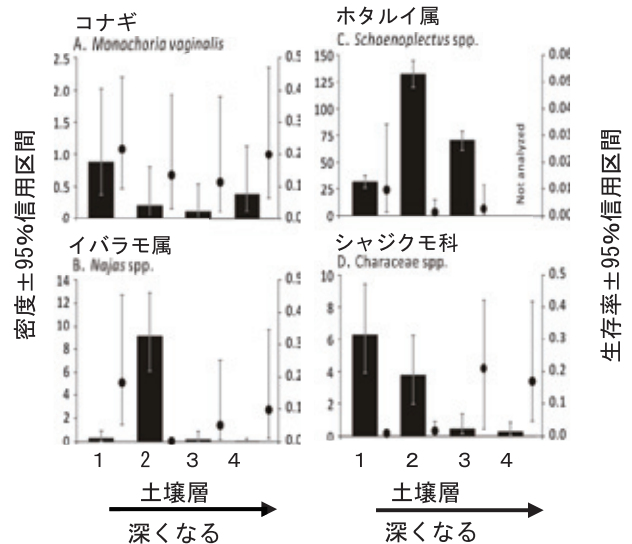


図3. 実生発生法と直接観察法の結果を統合して構築したベイズモデルによる種子の密度(黒棒)と生存率(黒丸)の推定結果

生き残っている種子は1%未満であった。埋土種子の密度は必ずしも深い層ほど単調に低くなるわけではなかった。埋土種子の生存率と層の深さの関係も不明瞭であった。つまり、種子の密度についても生存率についても、土壌の層との関係は種ごとに異なり、一貫したパターンはなかった。

発芽率については、ホタルイ属できわめて低いと推定された(図4)。

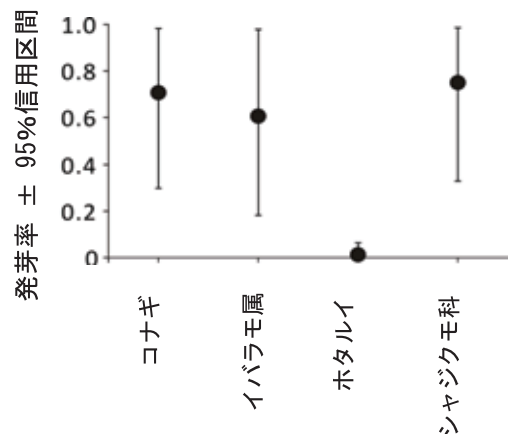


図4. ベイズモデルによる発芽率の推定結果

以上の通り、土壌中での生存と撒きだされてからの発芽という2つの要因を分離し、埋土種子の生存過程を推定することができた。これらの結果により、本章では種子の生存過程について理解を深めることができる新しい方法を提案したと考える。今後、この方法による植生復元への応用が期待される。

5. 現存湿地における埋土種子の分布特性

本章では、埋土種子相が現存植生とどのような関係にあるのかについて検討した。既往研究によれば、西の湖では湿生植物の種構成が景観スケールで異なることが分かっている。この研究を参考にして、西の湖周辺の現存植生が異なる4地点において埋土種子相を調べ、現存植生と比較した。

その結果、発芽種数および種構成には地点間の差はみられなかった。しかし、埋土種子の構成種と現存種とを比較したところ、共通種はわずか3種のみで、しかも埋土種子から発芽した実生のすべてが水田および畦の雑草であった。

以上の結果は、埋土種子相は現在の地上部植生とは大きく異なることを示しており、埋土種子相の成立には外部から大量に流入した水田雑草の貢献が大きいことを示唆した。

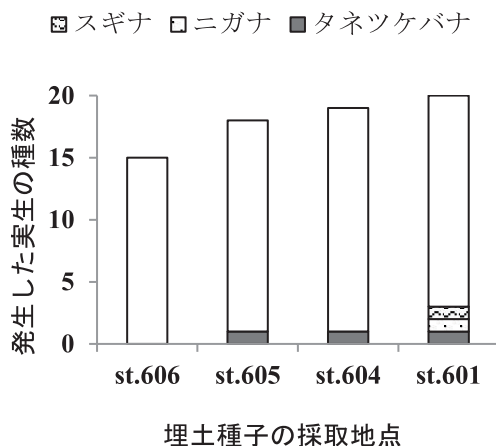


図5. 西の湖周辺の現存植生が異なる4地点でそれぞれ採取した埋土種子から、実生発芽法により発芽した種数を地点別に示す。すべてが水田・畦の雑草であり、現存植生と共通する種は、表示したわずか3種にすぎなかった。

6. 総合考察

以上の結果に基づいて、埋土種子相がどのように形成されるかについて考察する。湿地ではそこに生育する植物の種子が堆積するが、高い種子死亡率のために生存している埋土種子はほとんどなかった。これに対して、増水時には周辺から大量の土砂が流入し、周辺に生育する水田雑草の種子が大量に供給されて、その一部が生残して埋土種子となるのであろう。このように考えることで、同じ水域内であれば埋土種子相は場所によりあまり変わらないことや、現存植生とほとんど関係ないことも合理的に説明できる。

従来、埋土種子を利用した原植生復元法の長所として、その土地の植生の遺伝的な構成に影響を与えないことが挙げられていた。しかし、埋土種子の生存率は著しく低く、強いボトルネック効果が作用していること、さらに埋土種子の多くは周囲から流入した水田雑草であることが本研究から示された。すなわち、埋土種子はその場所の原植生の遺伝的構成を直接反映していない可能性が高い。このことは、琵琶湖や西の湖周辺の広大なヨシ帯で採取された埋土種子に、ヨシの種子が含まれていなかったことから裏付けられる。

また、埋土種子法のもう一つの利点として、採集が容易であることが挙げられてきた。これについても、埋土種子の死亡率は著しく高く、琵琶湖の浚渫残土など大量に土壌が得られる場合であってさえ、埋土種子を大量に得るのは必ずしも容易でないことから、支持されなかった。さらに、埋土種子の多くは現存種であり、わざわざ埋土種子から種子を得る必要性も低いと考えられた。ただし、埋土種子法のもう一つの利点とされてきた絶滅種の復元の可能性については、一定の可能性があることが示された。

本研究では、琵琶湖周辺の複数の調査地において、実生発芽法と直接観察法という2種類の代表的調査手法を組み合わせ、埋土種子相の特徴とその成立過程について包括的かつ定量的な知見を得た。その結果、埋土種子を利用した植生の復元効果について、その可能性と限界を定量的に示すことができた。埋土種子の利用は絶滅種の復元には一定の効果があるものの、効率的な利用のためには本研究で提案したような推定手法により、復元目的種の埋土種子の分布や生存過程をより深く理解することが重要であると考えられた。