

特 別 寄 稿

佐潟でのヨシ刈りによるヨシの成長および「ど」の復元に伴う植生の変化について

久原泰雅／新潟県立植物園

1. はじめに

佐潟は1996年にラムサール湿地として登録されてから昨年で20周年を迎え、ハクチョウなどの水鳥の生育地として大変重要な湿地であると共に、江戸中期以降、水田や漁場、蓮根の収穫地として、人との関わり合いも深い湿地であることから、近年は「里潟」の一つとして、その在り方が検討されている（新潟市，2012）。



図1. 水田利用していた頃（1955頃）の佐潟（赤塚小学校所蔵）

「里潟」とは、「人と恵みを享受し合う潟」（新潟市，2015）を指すが、その在り方は時代と共に変化した。佐潟は縄文時代から人が利用していた形跡があり、現在と同じ閉鎖された潟湖となった平安時代には集団的な漁業がおこなわれた（石月，1999）。水田としての利用は室町時代から江戸時代前期に始まり、1942年には潟端のほぼ全域が水田として利用されていたことが解っている（図1, 2）（石月，1999）。

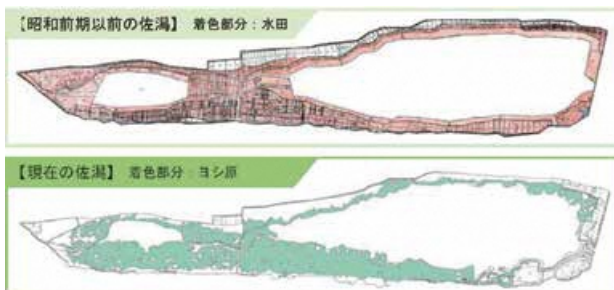


図2. 水田利用していた頃の佐潟と現在の佐潟の比較（新潟市，2016）

しかし、1960年頃になり高度経済成長期を迎えると、潟と人とのつながりは徐々に薄れ、砂丘は畑に代わり、さらには1970年頃からの減反政策などにより、佐

潟にあった水田は徐々に姿を消し、1982年頃からは佐潟公園の整備事業も始まり、佐潟の潟端は水田からヨシ原へと姿を変えた（図2）。

ヨシ原への変化は、自然の中で起こる湿地が陸地へと変化する過程（湿生遷移（hydrosere））で起こる（原口，2008）。それでも自然環境の中に湿地が無くなるのは、攪乱（disturbance）により新たな湿地が生まれる為である。しかし、近年は護岸工事やダム建設などにより、攪乱は人為的に制限されることが多く、さらに、湿地の多くが干拓などにより失われている（国土地理院，2000）。そのため、湿生遷移の進行は、自然に起こる事であるにもかかわらず、その環境が置かれている役割や自然（この場合は主に生物多様性）を保全していく上では、問題となることも多い（環境省，2012）。

佐潟は、水鳥や魚の生息地としての役割を持つため、遷移が進み陸地化してしまうのは問題であるが、現状ではヨシが湖面全体を覆っているわけではなく、水鳥や魚の生息地としての役割は十分に果たしていると思われる（新潟市，2015）。しかし、佐潟と人のつながりが薄れたことは、「里潟」としての佐潟において生態系（ecosystem）の破壊を意味し、水田がヨシ原に変わること以外にも様々な変化をもたらした（石月，1999）。

佐潟では、稲作や漁業などを通じて人が生態系の一部としての役割を担っていた。特に佐潟を水田として管理するために行われた「潟普請（かたぶしん）」と呼ばれる清掃活動や「ジョレン掻き」と呼ばれる泥上げは、窒素やリンなどの物質循環（material cycle）に寄与していた。しかし、活動の収束と共に水の富栄養化（water pollution）や湖底のヘドロの堆積が進み、生態系の持つエネルギーの循環や食物網（food webs）の均衡が失われた（新潟市，2012）。

人の影響を受けない自然環境では、湿地に堆積した無機養分は水生植物や藻類などに吸収され、それらを水鳥や魚類、貝類などが利用し、さらに高次捕食者が利用することで生態系は維持されるが、生活排水などの人為的な水質汚濁の進む環境では、過剰な有機養分や無機養分が湿地に流れ込み、微生物による有機物の分解や無機養分を吸収した藻類や植物の利用が追い付かないまま、水の富栄養化やヘドロの堆積が進行する。佐潟を水田利用していた頃は、それらの過剰な養分は「潟普請」や「ジョレン掻き」により循環利用してきた（新潟市，2012）。しかし、現在はそれらの循環がないばかりか外部（生態系外）から購入した肥料の使用などにより、窒素やリンなどの養分は増加する一方となり、水質汚濁



図3. アオコの発生状況 (写真提供：佐藤安男)

は進行の一途を辿っている (図3)。

また、水田は人の作り出した環境でありながら、多くの生物を育む (Elphick and Oring, 1998; 日鷹, 1998)。稲の収穫や耕運、畔や水路、水位の管理、泥上げなどの水田利用における諸活動は、自然界に起こる攪乱そのもので、攪乱を必要とする水生植物を育んできた。そのため、水田利用が失われた佐潟からはデンジソウやアギナシ、クロモ、トチカガミなど数多くの水生植物が姿を消した (尾崎, 1982; 石月, 1999)。

現在は、これらの状況を憂慮し、地元の活動団体 (佐潟と歩む赤塚の会) や地元の中学校などにより、2006年から「潟普請」の活動が再開されたほか、ヨシ刈りや水位管理など、かつての生活に学んだ活動の再開が積極的に行われ、昨年からはヨシ刈り地の一部に水田を復元するなど、様々な活動が行われている (図4) (佐潟と歩む赤塚の会, 2012; 新潟市, 2012)。

ヨシ刈りは、琵琶湖や近隣の福島潟なども行われているが、ヨシを刈り取り、潟外へ排出することでヨシが吸収した窒素やリンなどを排出できる (細川, 1991; 藤井, 2001; 中野, 2010) ほか、枯死体の蓄積を防ぐことができるため、新芽への光環境などが改善し、ヨシの生育改善につながるとされている (大西, 1995; 武



図4. 佐潟で行われている様々な活動 (a. ヨシ刈り、b. どろ上げ (潟普請)、c. 水門の管理による泥の排出、d. 水田の復元) (a~c: 写真提供 佐藤安男)

田, 1998)。ヨシ刈りによるヨシの成長量は刈り取る時期や水位により異なることが解っているが (湯谷ら, 2002; 田中ら, 1999)、季節的な水位管理を行っている本地でヨシ刈りがヨシの生育にどのような影響を与えるかは不明である。

また、今回実施されるヨシ刈りは琵琶湖等で行われている「ヨシを保全する」ためのヨシ刈り (滋賀県, 2017) ではなく、水質浄化及び佐潟を水田利用していたころの環境に戻すことを目的としており (新潟市, 2017)、泥上げなどを行う際に田船を通して「ど」 (かつての水田脇に作られた水路) の復元も行われる為、その攪乱に伴う埋土種子からの希少種の出現など、植生変化も期待される (狩野, 2000; 日置ら, 2001; 新潟市, 2017; Middleton, 2003; Nishihira et al, 2006; 北川・島野, 2010)。

そのため、本研究では2006年から実施されているヨ



図5. 調査地 (写真提供：福原晴夫)

刈りによる環境変化を調査するため、ヨシ刈り地におけるヨシ成長量の変化、およびヨシ刈りやそれに伴う「ど」の復元による植生変化を調査した。



図6. 調査地周辺の様子

2. 材料と方法

2.1. 調査地

2008年からヨシ刈りが行われた場所を含む、佐潟下流側の湿地（下潟と呼ばれる）の南東側中央部に位置する野鳥観察舎から杉林前のヨシ原までを調査地とした（図5）。調査地の多くはヨシに覆われるが、湖側付近にはショウブやマコモなどが混在する他、ヨシの地際にはアメリカアゼナやワスレナグサなどが見られる（図6）。

2.2. ヨシとヨシ刈りについて

ヨシ *Phragmites australis* は湿地等に群生して見られるイネ科の多年草で、新潟では5月頃から生長をはじめ、9月頃に開花し果実が実った後に地下茎を残して12月頃に地上部は枯死する。地下茎には地上部で作られた養分が蓄積し、その養分は翌年のシュートの成長に用いられる。7月頃までにシュートが育つと、逆に地上部で

光合成することによって、作られた養分を地下部に送ることが知られており、地上部が枯死する前には地上部の養分を地下部に再吸収することが知られている（田中ら，1999；湯谷ら，2002）。

水質改善を目的としたヨシ刈りは、地下部の養分が最も減少する6月に刈り取るのが最も効果的であるが（田中ら，1999；湯谷ら，2002）、佐潟ではこの時期にオオヨシキリによる営巣があるため、この時期を避け、地域住民の参加が見込まれる稲刈り後の10月に実施されている。さらに、水田利用していた頃の環境に近づける為、かつて水田脇にあった「ど」と呼ばれる小舟を通すための水路も復元された（図7）。

2.3. 調査方法

2.3.1. ヨシ刈りによるヨシ成長量の変化について

2008年から2012年までの計5回、毎年ヨシ刈りを実施する前（10月上旬）に、計測用のヨシを刈り取った（図8）。

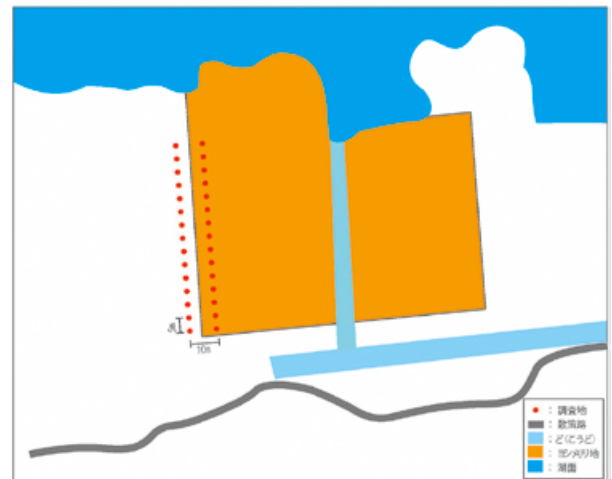


図8. 成長量調査に使用するヨシを刈り取った位置

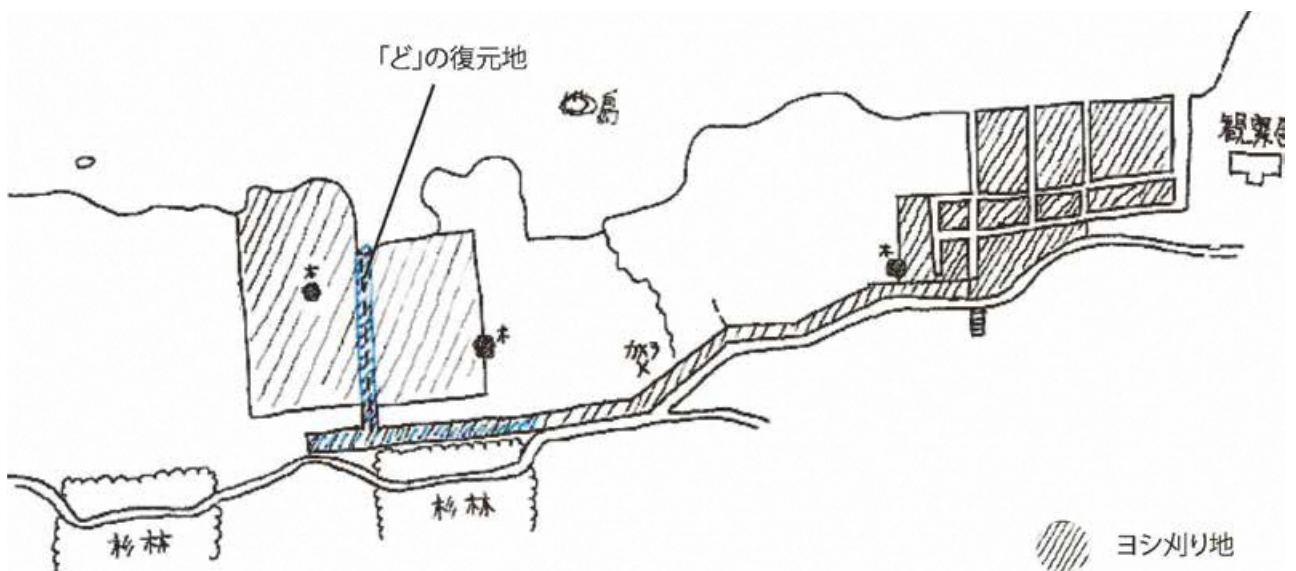


図7. ヨシ刈りおよび「ど」の再生箇所（資料提供：佐藤安男）

刈り取った位置は、ヨシ刈り地南西側の境界 (N37.48.45.6、E138.52.18からN37.48.47.2、E138.52.16.8) で、潟岸側の隅から潟側に5~10m置きにヨシ刈り地とヨシ刈りを行わない場所 (無処理地) のヨシを対になるように刈り取った (図8)。刈り取り面積は1㎡で、1m×1mの枠を作り、その中に含まれるヨシを地際から刈り取った (ただし、平成22年度は計画検討のためヨシ刈りは実施されていない)。刈り取りを行う場所は、境界から5m以上離れた場所とし、刈り取りを行わなかった場所では、一度刈り取った場所と重複しないように茎の刈り取り跡やGPSデータなどを基に重複しない場所を選んだ。刈り取りを行っていない場所では当年度以前の茎も含まれるが、計測に用いたヨシは当年度のもののみとし、刈り取る際に前年度以前の茎は排除した (図9)。



図9. ヨシのサンプリングの様子

刈り取ったヨシは遮光ネットで全体を包み、野鳥観察舎下で風乾させ、翌年の1月に重量と茎数を計測した。重量の計測にはデジタル台秤を用い、最初に遮光ネットとそれを縛る紐を合わせて計測し、ネットを外して茎数を数えた後、ネットと紐の重量を計測して差引いた (図10)。



図10. ヨシ計量の様子

2.3.2. ヨシ刈り地に出現する植物に関する調査

ヨシ刈りを開始した平成19年からヨシ刈りを実施したエリア周辺に出現する植物を継続して調査し、埋土種子由来と考えられる植物のうち、希少種に関しては個体数や生育状況を記録した。

2.4. データの解析について

2.4.1. データ解析の概要

ヨシ刈りがヨシの成長にどのような影響を与えるかを調査するために、ヨシ刈りを行った場所と刈り取っていない場所刈り取ったヨシの重量と茎数を計測し、刈り取った位置 (潟岸から潟側にかけての距離) やヨシ刈りによる影響を調査した。

単位面積当たりのヨシの重量と茎数については、回帰分析を行い、AIC (赤池情報量規準) により最適モデルを検証した (図11) (赤池・北川 (編), 1995)。この結果、ヨシの重量と茎数には相関が認められたため、単位面積当たりのヨシの茎数をヨシの成長量の指標とし、ヨシ刈りやヨシの生育位置 (潟岸から潟側に向けた距離) がヨシの成長量にどのような影響を与えるかを解析した。

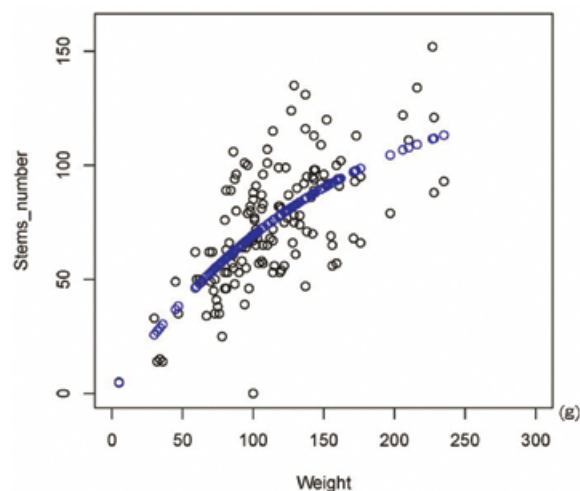


図11. 1㎡あたりのヨシの重量と茎数の関係(青プロットは漸近(指数)回帰モデルによる予測値(茎数 = $144.095 * (1 - \exp(-\exp(-5.027) * \text{重量}))$))

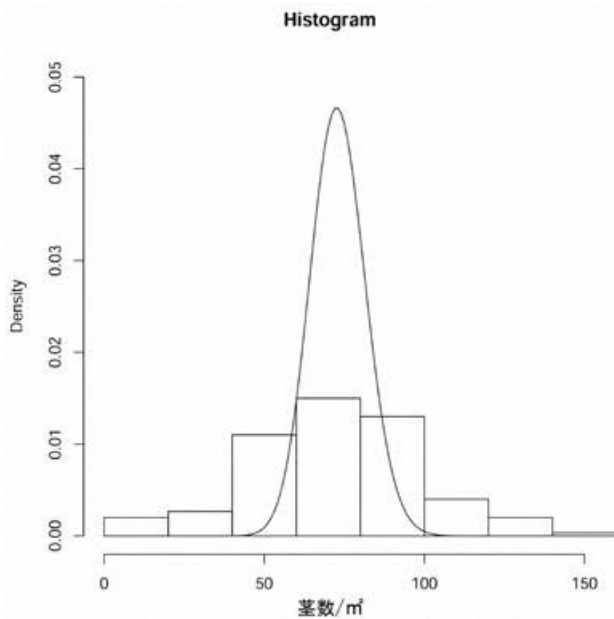


図12. 1㎡あたりのヨシ茎数のヒストグラムと平均73.12ポアソン分布の比較(棒グラフ：頻度分布：曲線：ポアソン分布)

1㎡あたりのヨシの茎数はポアソン分布すると仮定し頻度分布を調べたところ、ばらつき(過分散、overdispersion)が非常に大きく(図12)、刈り取った位置や年による影響によるものと思われたため、ヨシ刈りによる影響と刈取り位置(湖岸から湖側への距離)を主効果とし、刈り取った位置や年によるバラつきをランダム効果(random effect)とする階層ベイズモデル(hierarchical Bayesian model)として分析した(久保, 2012)。

2.4.2. 埋土種子と土壌深度の関係のモデル化

サンプリング地点*i*のヨシの茎数を y_i とし、そのばらつきを平均 λ_i のポアソン分布に従うと仮定するとその確率 p は、以下で表される(久保, 2012)。

$$p(y_i | \lambda_i) = \frac{\lambda_i^{y_i} \exp(-\lambda_i)}{y_i!}$$

ヨシの茎数は、ヨシ刈りを行った場合、行わなかった場所に比べ、湖岸側では増加し、湖側では減少する傾向があることから、湖岸側からの距離とヨシ刈りによる影響の間に交互作用があるとし、切片を α 、湖岸側起点からの距離 d_i の係数を β_1 、ヨシ刈りの有無 c_i の係数を β_2 、距離とヨシ刈りの積 $d_i * c_i$ の係数を β_3 、サンプリングの地点差 r_i と刈取りを行った年による差 ry_i をランダム効果とするモデル(階層ベイズモデル)とすると、平均茎数 λ_i は線形予測子と対数リンク関数を用いて以下のように表される(久保, 2012)。

$$\log \lambda_i = \alpha + \beta_1 d_i + \beta_2 c_i + \beta_3 d_i c_i + r_i + ry_i$$

切片 α と係数 $\beta_1 \sim \beta_3$ は無情報事前分布、サンプリング地点差 r_i および年差 ry_i は階層的な事前分布(標準偏差は正規分布、平均はゼロ)、標準偏差は無情報事前分布([0, 10⁴]の1様分布)として解析を行った(久保, 2012)。

階層ベイズモデルの解析には、マルコフ連鎖モンテカルロ(MCMC)法を用い、その推定には解析ソフトWinBUGS1.4.3を使用しRのパッケージR2WinBUGSを利用して結果を取り出した。

3. 結果

3.1. ヨシの生長量調査

1㎡あたりのヨシの本数および重量を比較したところ(図11)の散布図が得られ、1㎡当りのヨシの茎数は頭打ちになると考えられたため、累乗モデル、指数モデル、漸近指数モデル、ロジスティック曲線モデル、ゴンペルツ曲線モデルにより非線形解析を行い、AICによる最適モデルを調べた。その結果、原点を通る漸近(指数)回帰モデルが最も低い値(AIC=1326.411)を示したため、このモデルを適用した(図11)。

ヨシ刈りとヨシを刈り取った場所(湖岸からの距離)によるヨシの茎数の違いを調査したところ、ヨシ刈りを行った場所、行っていない場所共に、湖側へ向かうとヨシの茎数が減少している様子が確認される他、現地調査においては、刈取りを行った場所のヨシは、刈取りを行わなかった場所に比べて湖岸側のものは生育が良くなる一方、湖側の水に浸かる時期のあるヨシは、年々株まわりの土壌が削られ、株が小さくなる傾向が見られた(図13)。

この結果を踏まえた統計モデルを作成し、事後分布を推定したところ、マルコフ連鎖101,000回(内、1000回を捨て、10stepごとに計1,0000サンプルを回収)で、全てのパラメーターのR-hat値が1.011以下に収束した(久保, 2012; 伊庭ら, 2005)。

事後分布(周辺事後分布marginal posterior distribution)では、湖岸からの距離は係数の平均が-0.006で95%信用区間(credible interval)が-0.003~0.002と0を跨ぐため、影響があるとは言えなかったが、ヨシ刈りにおける効果は係数が0.496(0.253~0.745)、ヨシ刈りと湖岸からの距離の積による効果は-0.008(-0.014~-0.003)と0を跨がないため、共に影響があることが推定された(表1)(久保, 2012)。

図に推定結果(平均値)を示した(図14)。ヨシの茎数は、ヨシ刈りを行った場所では湖岸からの距離に伴い著しく減少し、湖岸の起点から63cmあたりまでは刈り取らない場所よりも茎数が多いが、湖側では刈り取らない場所よりも茎数が減少することが推定された。

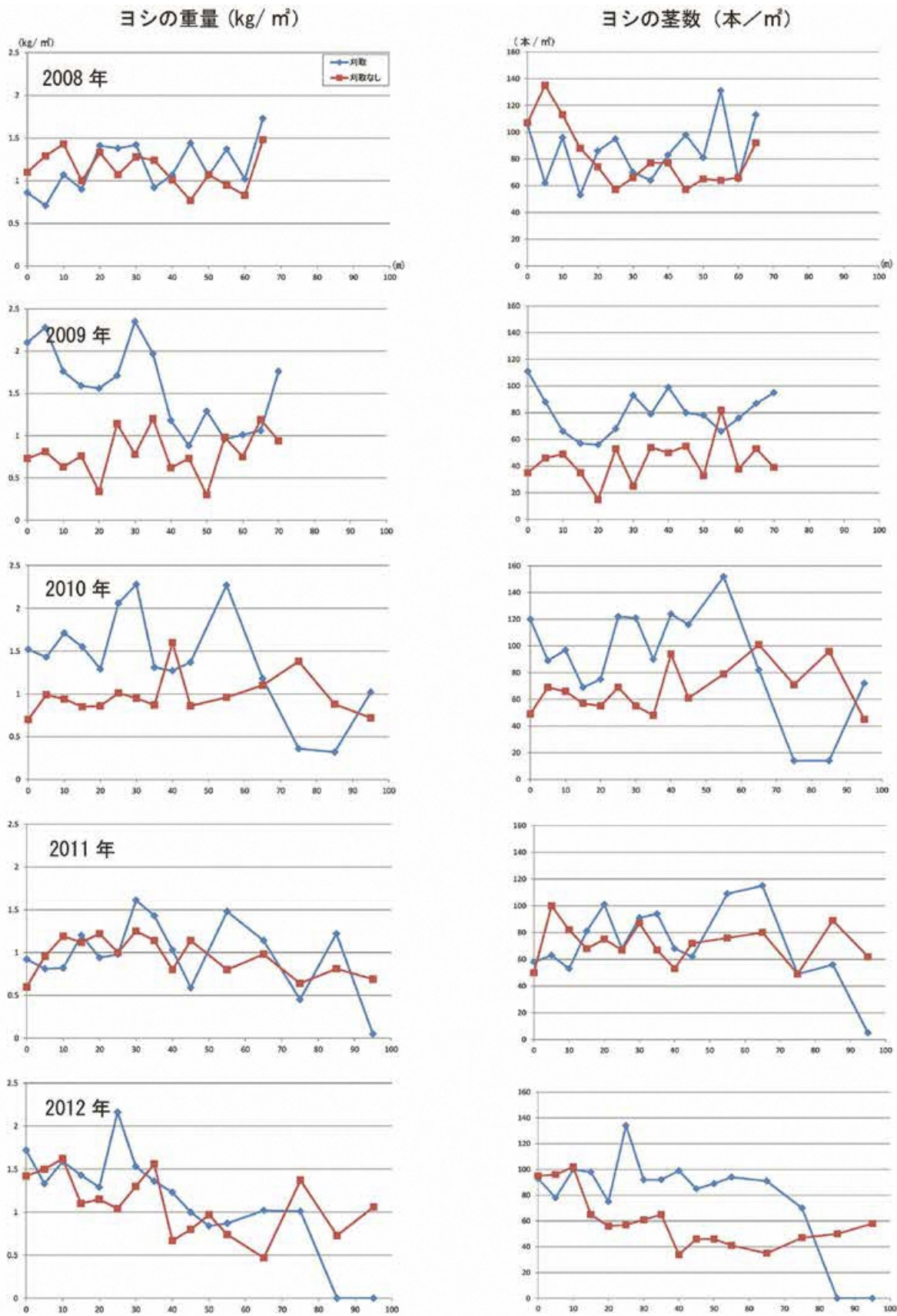


図13. ヨシ刈りを行っている場所（刈取）と行っていない場所（刈取なし）における濁岸からの距離とヨシ成長量（1㎡あたりのヨシ重量と茎数）。

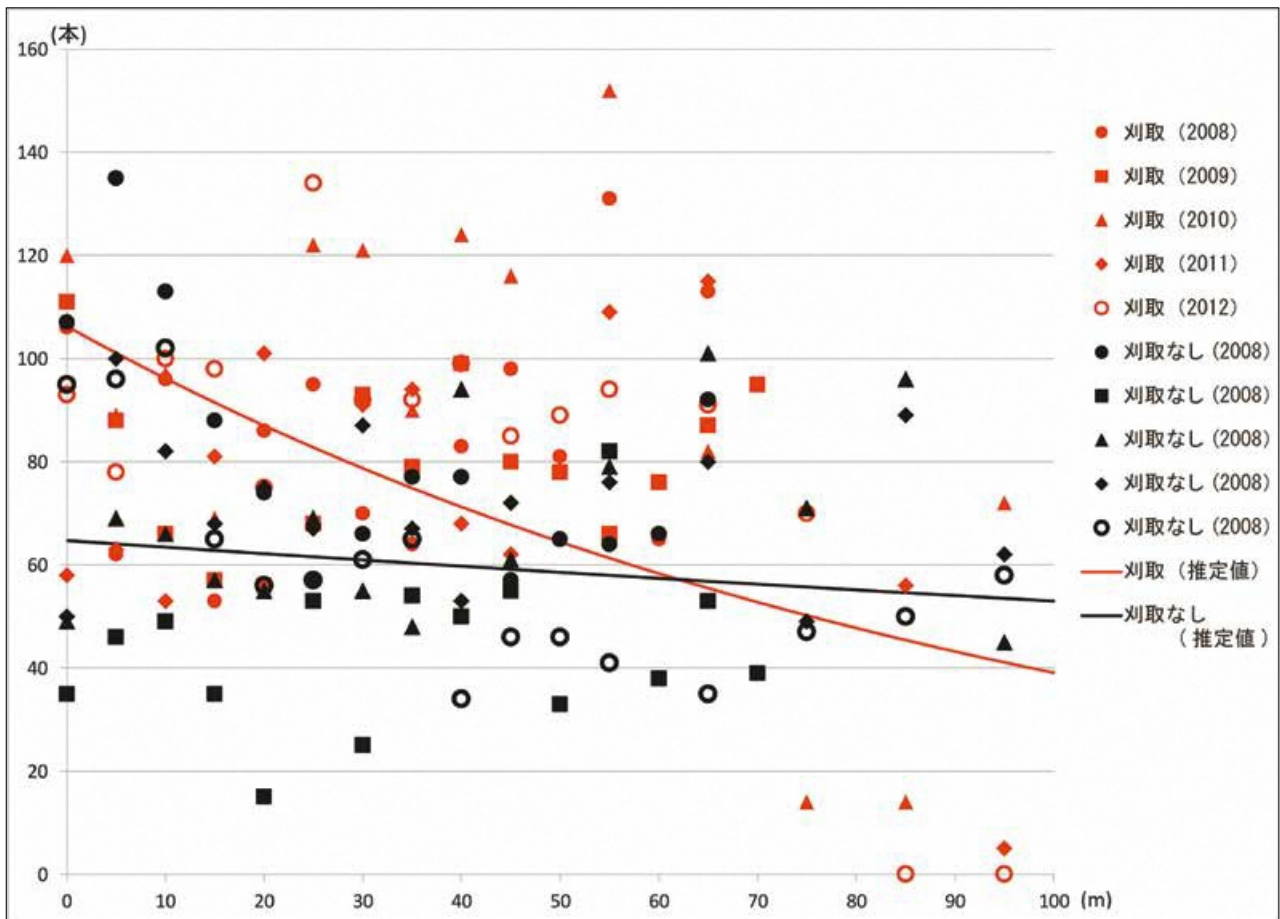


図14. ヨシ刈りを行っている場所（刈取）と行っていない場所（刈取なし）における濁岸からの距離とヨシ茎数およびその推定値（プロットは計測値、曲線は階層ベイズモデルから得られた予測の平均値）。

表1. 階層ベイズモデルによる解析で得られた事後分布の推定値（平均および95%信用区間）と標準偏差、R-hat値。

	mean	sd	2.50%	97.50%	Rhat
α	4.17	0.124	3.926	4.407	1.006
β_1	-0.002	0.002	-0.006	0.002	1.001
β_2	0.496	0.126	0.253	0.745	1.001
β_3	-0.008	0.003	-0.014	-0.003	1.001

ヨシ刈りは2017年現在においても毎年同地で実施されており、ヨシ刈りが行われている場所の濁側のヨシは明らかに衰退し、株が朽ちている様子が見られ、多くの場所ではヨシよりもショウブやマコモが多く観察されるようになった（図15）。

3.2. ヨシ刈り地に出現する植物に関する調査

2007年10月に行われた第1回目のヨシ刈りの翌年には、「ど」の復元地に埋土種子由来と思われるミズアオイが、2年目にはスジヌマハリイが、3年目にはヒメミズワラビが確認された（表2）。ヨシ狩り地周辺ではオニバスやオオトリゲモも確認することができた（図16, 17）。「ど」の復元地に確認された希少種は、2~5年後にはいずれも確認されなくなった他（表2）、毎年「ど」の泥上げ等を行っているにもかかわらずヨシの進出が著しく、一方ではシワスレナグサやセイタカアワダチソウ等の帰化植物の侵入が著しく確認されようになった（図18）。

表2. ヨシ刈り地に出現した埋土種子由来の希少植物

種名	科名	レッドリストランク			形態	確認年度（個体数）										
		全国	新潟県	新潟市		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
ミズアオイ <i>Monochoria korsakowii</i>	ミズアオイ	NT	II類 (VU)	II類 (VU)	抽水	10	8	45	×	×	×	×	×	×	×	
スジヌマハリイ <i>Eleocharis equisetiformis</i>	カヤツリグサ	II類 (VU)	II類 (VU)	I類 (CR)	抽水	-	5	14	12	8	3	×	×	×		
ヒメミズワラビ <i>Ceratopteris gandichaudii</i> var. <i>vulgaris</i>	イノモトソウ	-	NT	NT	抽水	-	-	8	×	×	×	×	×	×		
ヤナギトラノオ <i>Lysimachia thyrsoflora</i>	サクラソウ	-	I類 (CR)	I類 (CR)	抽水	-	-	-	-	-	-	-	-	50		

※確認年度の「-」は確認されていない種、「×」は確認されたが、消失した種を指す。



図15. ヨシ衰退の様子（枯株の上にシヨウブが繁茂している）

観察舎前のヨシ刈り地は他の場所より1年早い2006年から実施されているが、最も観察舎よりの「ど」の付近に2016年にヤナギトラノオの生育が確認された（図19）。周囲はヨシやセイタカアワダチソウに囲まれており、これまでの調査で気づけなかった可能性はあるものの、ヤナギトラノオについては他の高茎草本類に負けずに生息している様子であった。

4. 考察

4.1. ヨシ刈りによる影響について

湖岸側のヨシは刈られることで面積当たりの茎数が増加し、湖面側のヨシは逆に茎数が減少することが解った（図14）。これは生育地が水没しない場所のヨシは刈り取られることで光環境が改善するため生育が旺盛になる（武田ら，1998）一方、水没する場所のヨシは枯れたヨシの茎から酸素を取り入れると考えられており、刈られることで地下茎や根に酸素が供給されなくなり、生育が衰えたことが原因だと考えられた（図20）（湯谷ら，2002；田中ら，1999）。



図18. 2010年の「ど」の様子

佐潟では、水質改善や里潟の復元を目的に湖面の水位管理が行われており、5月頃には毎年吹く強い風によって湖底の泥が浮き上がるにより水が濁るが、この時に水門を下げることで、湖底の泥を含む水を積極的に排出する他、水田管理の関係で秋まで低水位で管理し、白鳥等が飛来する前（10月中旬）までに水位を上げて水鳥の住処を提供している（新潟市，2017）。そのため、佐潟のヨシを抽水環境で育つ「水ヨシ」と陸上で育つ「陸ヨシ」に明確に分けることができないが、同様の効果が起きていることが確認できた。

その傾向は現在も続いており、現在はヨシ刈りが行われている場所の湖面側のヨシは衰退を続け、シヨウブやマコモが優先する環境に変化している。ヨシ刈りは水質改善のためにはじめられたことであったが、一方では水田利用がなくなった後に佐潟から姿を消した水生植物の復元も期待されていた。しかし、ヨシ衰退後には開放水面が増えるのではなく、シヨウブやマコモの群落へと姿



図16. ヨシ刈り地周辺で確認された希少種（左から、ミズアオイ、スジヌマハリイ、ヒメミズワラビ、オニバス、オオトリゲモ）

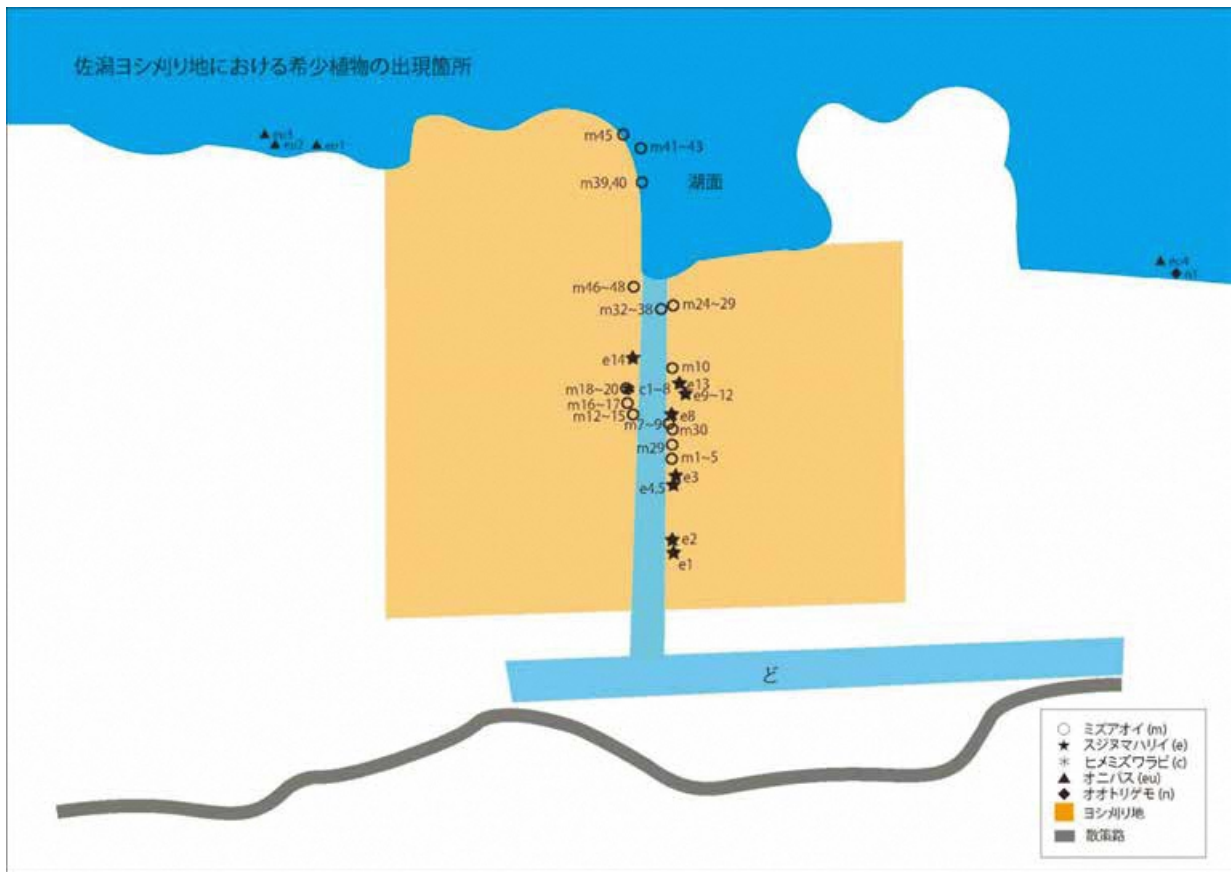


図17. ヨシ刈り地周辺で確認された希少種の確認位置



図19. ヨシ刈り地でセイタカアワダチソウに紛れて生育が確認されたヤナギトラノオ

を変えるだけであり、希少種が生育可能な環境の復元には至らなかった。これらの事からも、かつて見られた希少種が生育する水田環境が、いかに希少な環境であったかが理解できる。そのため、佐潟から絶滅した希少種を



図20. 衰退したヨシの根や根茎部分の様子

復元するためには、年数回の草刈りや泥上げ等の管理が必要であると考えられる。

4.2. ヨシ刈り地に出現した希少植物について

ヨシ刈り後に「ど」を復元した水路や、泥を上げた水路脇にミズアオイやスジヌマハリイ、ミズワラビといった希少植物が確認された(図17)。これらは「ど」を復元するに当たり掘りあげた泥の中に含まれる埋土種子が発芽したものと考えられた。しかし、ヨシ刈りを行った場所にヨシが生えないわけではなく、前述のように湖岸側に関しては、以前より勢い良く生育する(図14)。そのため、出現した希少植物もヨシの間に出現する形とな

り、ヨシよりも草丈の低いミズアオイやスジヌマハリイ、ミズワラビは十分に成長することができず、数年後には出現しなくなった。

湿地の埋土種子から希少な水生植物が出現する例は、数多く報告されているが、それらの植物がその場所に定着し、かつてのように生存し続けるかどうかは、出現した場所の環境が生育に適している場合のみである。埋土種子から出現した植物は、その年に種子などで繁殖したとしても、生育に適した環境が維持できなければいずれは衰退し消失してしまう。

今回の調査地においても、初年度と同様に「ど」の泥上げ等の作業は継続されたが、ヨシなどの高茎植物が優先する環境は変わらなかったため、継続的に生育することはできず、土壌の中に保有されていた埋土種子も枯渇し、衰退していったと思われる。

そのため、希少種等が生育する環境を復元するためには、それらが生育可能な高茎植物が生えない水位の浅い湿地環境を創出して行く以外にはないと考えられる。また、希少種の生育環境を維持するだけでなく、佐潟に蓄積している底泥の利用や漁業、レンコンの収穫など、佐潟の多面的で継続的な活用こそが本質的な環境改善につながると考えられる。しかし、かつての利用をそのまま元に戻すことは不可能であるため、現代の需要に則した佐潟の利用方法を総合的に検討することが重要と思われる。

5. 謝辞

本調査を実施するにあたり、計画から実作業に至るまで多大なご協力をいただいた新潟市環境部環境政策課、佐潟水鳥・湿地センターの職員の方々にこの場をお借りして感謝いたします。

6. 参考文献

赤池弘次・北川源四朗（編）（1995）時系列解析の実際Ⅱ．赤倉書店，東京．

Beth A, Middleton (2003) Soil seed banks and the potential restoration of forested wetlands after farming. *Journal of Applied Ecology*. 40,: 1025-1034.

Chris S, Elphick & Lewis W, Oring (1998) Winter management of Californian rice fields for waterbirds. *Journal of Applied Ecology*. 35,: 95-108.

藤井滋穂 (2001) 技術・水環境(1) 琵琶湖岸におけるヨシ群落の機能と現状. *環境技術*. Vol. 30. No. 2.: 102-106.

(以下、参考文献一つ追加)

原口 昭 (2008) 第8章, 湿地生態系の化学的攪乱と植物遷移. 攪乱と遷移の自然史—「空き家」の植物生

態学, 重定南奈子・露崎史朗127-148, 北大出版, 北海道

日置佳之・水谷義昭・太田望洋本・館野真澄・鈴木明子 (2001) ヨシ群落の潜在的植物相の把握に関する研究. *J,JILA* 64 (5): 565-570.

日鷹一雅 (1998) 水田における生物多様性保全と環境修復型農法. *日本生態学雑誌*. 48: 167-178.

細川恭史・三好英一, 古川恵太 (1991) ヨシ原による水質浄化の特性. *港湾技術研究所報告*. 第30巻第1号.: 204 - 237.

伊庭幸人・種村正美・大森裕浩・和合肇・佐藤整尚・高橋明彦 (2005) 統計科学のフロンティア12. 計算統計Ⅱ. 岩波書店, 東京.

石月 升 (1999) 佐潟の現状と課題. *新潟応用地質研究会, 新潟応用地質研究会誌 Vol.52: 9-20.*

Jun Nishihiro, Miho A. Nishihiro, Izumi Washitani (2006) Assessing the potential for recovery of lakeshore vegetation: species richness of sediment propagule banks. *Ecol Res.* 21: 436-445.

狩野裕章 (2000) 佐潟におけるシードバンクの分布とその構成～特に土壌環境, 植生変化とシードバンクの関係について～. In 新潟市:平成11年度新潟市「佐潟学術研究奨励補助金」研究成果報告書:1-20, 新潟市市民局・環境部環境対策課, 新潟市.

環境省 (2012) 生物多様性国家戦略. 2012-2020. ～豊かな自然共生社会の実現に向けたロードマップ～.

北川久美子・島野光司 (2010) 長野県松本盆地における湿性ならびに乾性放棄水田からの水辺植生の再生. *保全生態学研究*. 15: 121-131.

国土地理院 (2000) “日本全国の湿地面積変化の調査結果.” <http://www.gsi.go.jp/kankyochiri/shicchimenseki2.html>, 2017年5月12日参照.

久保拓弥 (2012) データ解析のための統計モデリング入門—一般化線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC. 岩波書店, 東京.

中野和典 (2010) 自然生態系の浄化機能の限界と応用～人工湿地を事例として～. *環境バイオテクノロジー学会誌*. Vol. 10, No. 2: 53-57.

新潟市 (2012) “潟と人との関わり. 佐潟の歴史” <https://www.city.niigata.lg.jp/smph/kurashi/kankyo/shizenfureai/sakata/sakatainfo/kakawari.html>, 2017年5月12日参照.

新潟市 (2015) “知る潟のデジタル博物館” <http://www.niigata-satokata.com/learn/>, 2017年5月12日参照.

新潟市 (2016) ラムサール条約湿地 佐潟 —新潟市—: 4. (※佐潟関連刊物. パンフレット)

新潟市 (2017) “過去の佐潟周辺自然環境保全連絡協議

- 会の記録。 ”https://www.city.niigata.lg.jp/smph/kurashi/kankyo/shizenfureai/sakata/sakata/sakata_before.html, 2017年5月12日参照。
- 日本生態学会編 (2004) 生態学入門. 東京化学同人, 東京.
- 大西政章 (1995) 湖辺ルネッサンス～大津のヨシ作戦～. 環境システム研究. vol.23 : 627-648
- 尾崎富衛 (1982) 佐潟の自然 (植物部門) - オニバス保護を中心として - 新潟市文化財調査報告書: 12-42.
- 佐潟と歩む赤塚の会 (2012) “イベント報告【潟普請】.” ”<https://sakatatoayumuakatukanokai.jimdo.com/>, 2017年5月12日参照.
- 滋賀県 (2017) “ヨシ群落の保全.” ”<http://www.pref.shiga.lg.jp/d/shizenkankyo/yoshi/>, 2017年5月12日参照.
- 武田徹・山本聡子・佐藤滋 (1998) イモリ池周辺環境保全調査について. 新潟理化学, 24 : 52-53.
- 田中周平、藤井滋穂、山田 淳、市木敦之 (1999) 水ヨシ生育に及ぼす植栽条件の影響に関する研究. 環境工学研究論文集. 第36巻. 253-261.
- 湯谷賢太郎、浅枝 隆、シロミ・カルナラツヌ (2002) 夏季の刈取りがヨシ (*Phragmites australis*) の生長に及ぼす影響. 水環境学会誌. 第25巻, 第3号 : 157-162.