

新潟市西蒲区鎧潟干拓地の水生植物相

丸山紗知 研究員／潟環境研究所事務局 志賀 隆 客員研究員／新潟大学教育学部准教授

1. はじめに

氾濫原や低湿地、湖沼沿岸に生育している水生・湿生植物は、魚類、貝類、昆虫類、両生類、鳥類などのえさ場や営巣・産卵場所になるだけでなく、有機物の分解や栄養塩の吸収など、湖水の浄化にも寄与しており、湖沼の水環境や生態系を維持する上で重要な存在である（桜井，1994）。しかし近年、耕地整備や干拓による生育環境の減少、水質の悪化といった様々な要因により、水生植物は減少傾向にあり（角野，2014）、その4分の1以上が絶滅危惧種に指定されている（環境省，2015）。

絶滅の危機に瀕している植物において集団内の個体を増やす方法としては、移植や挿し木といった植物体の一部（クローン）を利用する方法（緒方ら，2007；尾坂・加藤，2012）、残存個体から得た種子、保存していた種子を播種する方法、そして土壌中に含まれている埋土種子を利用する方法などがあげられる。

埋土種子は、種子が散布されてから一年以内に死亡または発芽する「季節的埋土種子（transient seed bank）」と、休眠状態を維持しながら、数年から数十年にわたり土壌中に存在する「永続的埋土種子（persistent seedbank）」に分類される（Thompson & Grime，1979）。永続的埋土種子には、過去にその地域において生育していた植物の種子が含まれている。そのため、外部から種子や植物体を持ち込むことによる植生復元に比べて、地域の植物の遺伝的特質を損なわないことから、森林再生や法面緑化に利用されている（佐藤ら，1999；梅原ら，1983；山瀬ら，2004）。この方法は、水生植物帯、低湿地植生の復元にも有効であることが確認されている（越水ら，1997；大村ら，1999；池田ら，1999；秋吉ら，2008；水澤ら，1999；柚木ら，2003）。

種子の寿命とは、種子が発芽能力を維持できる期間のことを指すが、永続的埋土種子の寿命は、種によっても、埋土していた環境条件によっても大きく異なる（Donald，1993；中本ら，2000）。約2000年前の泥炭層から得られたハスの種子が、発芽した事例もあるが（Ohga，1926；大賀，1953）、これは種子が、長期保存可能な好適な環境にあった例外的な事例である。種子標本からの発芽を調べた研究結果からも（Becquerel，1907；Ewart，1908；平澤ら，2016）、一般的に種子の寿命は長くても数十年程度である。水田雑草の埋土種子では、例えばイグサ、タマガヤツリは50年以上（笠原ら，1965）、ツユクサは25年間埋土していた種子か

らの発芽が確認されている（鈴木，1994）。

越後平野は、信濃川・阿賀野川といった大河川の河口部に発達した低平な沖積平野であり（小林，2007）、過去には氾濫原や低湿地、広い水生植物帯を有する水深の浅い湖沼が多く存在した。その多くは干拓され、用排水路の整備された耕地へと変わったが、中には干拓されてから数十年しか経っていない、比較的新しい干拓地も存在する。その土壌中にはまだ多くの、発芽能力を有した水生植物の埋土種子が残存している可能性がある。そのため、干拓地の土壌を用いて失われた水生植物帯を復元することができるかもしれない。しかし、これまで干拓地における水生植物の埋土種子相についての研究は、京都市の巨椋池・横大路干拓地における水生植物散布地の分布を調べた研究（松本ら，2009）や、千葉県印旛沼干拓地における埋土種子相の研究（秋吉ら，2008）があげられるものの、ほとんどない。また、干拓地全体を調査対象とした研究は極めて少ないのが現状である。

現在、著者らは越後平野における埋土種子を用いた植生復元の可能性について検討を行うため、乾田化された新潟市西蒲区鎧潟干拓地を調査地として、現地の植物相調査および埋土種子構成種を把握するための土壌の撒き出し試験を行っている。本稿では一連の調査研究の第一報として、鎧潟干拓地における過去と現在の水生植物相について報告する。本稿における目的は、1) 鎧潟干拓地における現在の水生植物相を明らかにする、2) 過去の水生植物相からの変化とその特徴を明らかにする、の2点である。

2. 材料と方法

2.1. 調査地および調査方法

鎧潟（よろいがた）は、昭和41（1966）年まで越後平野に存在した湖沼である。旧西蒲原郡（現新潟市西蒲区）のほぼ中央に位置し、昭和30年代には面積約270haという、福島潟に匹敵する広さの湖沼であった（吉原・西山，1968；曾我・長島，1970；西蒲原土地改良区，1981）。その植生は福島潟と比べると単調であったといわれているが（吉原・西山，1968）、ハス、ヒシ、ジュンサイ、クワイ、マコモ、ヨシなどの水生植物が豊富に存在し、地域住民に採集・利用されていた。

かつて鎧潟が存在した場所は、現在水田地帯となっており、干拓前と現在の植物相は大きく変化していると考えられるが、鎧潟での植物相や植生の調査は、干拓完了

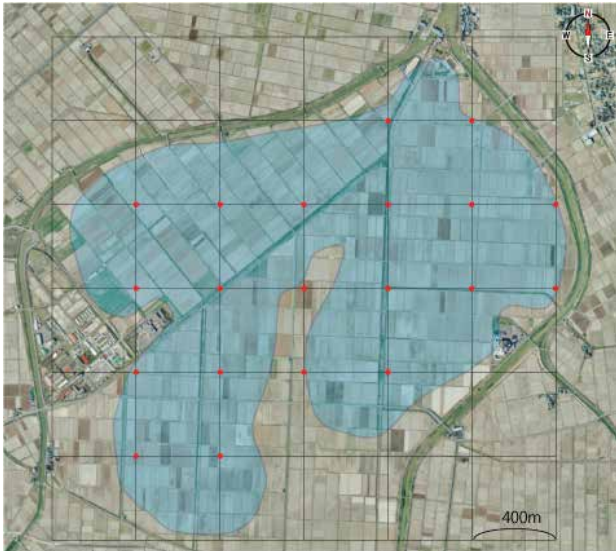


図1. 鎧潟干拓地における調査地点（赤点部の水田を調査地とした）。干拓された鎧潟の範囲を水色で示した。

直前の1962年から1967年にかけての調査（吉原・西山, 1968）を最後に行われていない。

本調査は、新潟県新潟市西蒲区鎧潟干拓地（北緯 37° 45'~46', 東経 138° 54'~56'）にて実施した。干拓地全域を囲むように約576haの調査区を設け、400m×400mメッシュの各交点に位置する20か所の水田（3000~4500m²）を選定した（図1：20か所のうち1か所は現在畑地として利用されている）。そして、水田の際から1m外側までの範囲の畦畔に出現した種を記録した。また、干拓地内の水路（約16.8km）をすべて踏査し、出現した水生植物種を記録した。なお、調査対象の水生植物は角野（2014）において取り上げられている分類群とした。水田は2015年4月19・24・26日、5月19・20・24・30日、8月3・7・23日、9月4日、10月27・28・29・31日の計15回、水路は2015年7月16日、8月3・7・12・19・29・30、9月4・5・6・12日の計10回現地調査を行った。

2.2. 文献調査とさく葉標本（押し葉標本）調査

現在の水生植物相と比較するため、文献調査およびさく葉標本の調査を行い、水生植物をリストした。

さく葉標本は新潟市立総合教育センター植物資料室に所蔵されている故池上義信氏らが採集した標本を調査した。なお前項同様、文献調査およびさく葉標本の調査においても、角野（2014）が水生植物として扱った種を調査対象とした。分類の取り扱いや学名についても角野（2014）に従い、必要であれば訂正して集計した。

2.3. データ解析方法

2.3.1. 類似度の算出

過去の種数と2015年に確認した種との類似度を比較するため、Jaccard指数（CC）を以下の式によって算

出した。

$$\text{Jaccard指数(CC)} = \frac{c}{(a+b-c)}$$

式の各文字は、既往文献にて確認された植物種数（a）、2015年に確認した植物種数（b）、既往文献と2015年に両方に確認された共通植物種数（c）である。CCの値が大きいほど類似度が高く、値が1のときには、過去植生と現在の植生が完全に一致することになる。

2.3.2. 種数面積曲線

一般に、一定の環境下では調査面積の増加とともに出現種数は増加するが（嶋田ほか, 2005）、しだいに増加が緩やかになり、飽和型の曲線モデル（Arrhenius 1921；沼田・依田, 1955）で近似される。この曲線は種の豊富さ、出現種数が飽和に達するときの面積を決定できるため、以下の式をグラフ化し、種数面積曲線を作成した。

$$S = CA^z$$

Sは種の豊富さ（種数）、Aは調査地（あるいは生息場所）の面積である。Cとzは定数である。

水田面積および水路距離については、新潟市統合型地理情報システム（ArcGIS 10.2.2）を用いて算出した。なお、水路面積については、水路幅を1mと一定にして面積を見積もった。

3. 結果

3.1. 現在の水生植物相について

2015年に新潟市西蒲区鎧潟干拓地において確認できた水生植物種は水田では9種、水路では23種であった（図2）。水田でのみ確認された種はヒメミズワラビとキクモの2種類、水路でのみ確認された種はウキクサ、コカナダモ、トチカガミ、ミズオオバコ、コウガイモ、ヒルムシロ、ホソバミズヒキモ、ミズアオイ、ヒメガマ、クログワイ、サヤヌカグサ、ヨシ、マコモ、ハス（調査地すぐ近くの水路）、ホザキノフサモ、ミゾハコベの16種であった（図3）。また、水田と水路、両方で確認できたのはコウキクサ、オモダカ、イボクサ、コナ

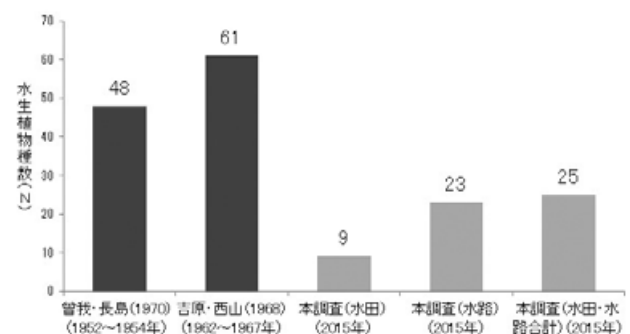


図2. 本調査で確認された水生植物種数と、既往の調査によって確認された水生植物種数。調査された年を括弧内に示した。

ギ、イヌホタルイ、ヤナギタデ、セリの7種であった。鎧漕干拓地全体で確認できた水生植物は25種であった(付表1)。

また、水田調査において出現頻度が高かった種は、ヤナギタデ(13回)であった。

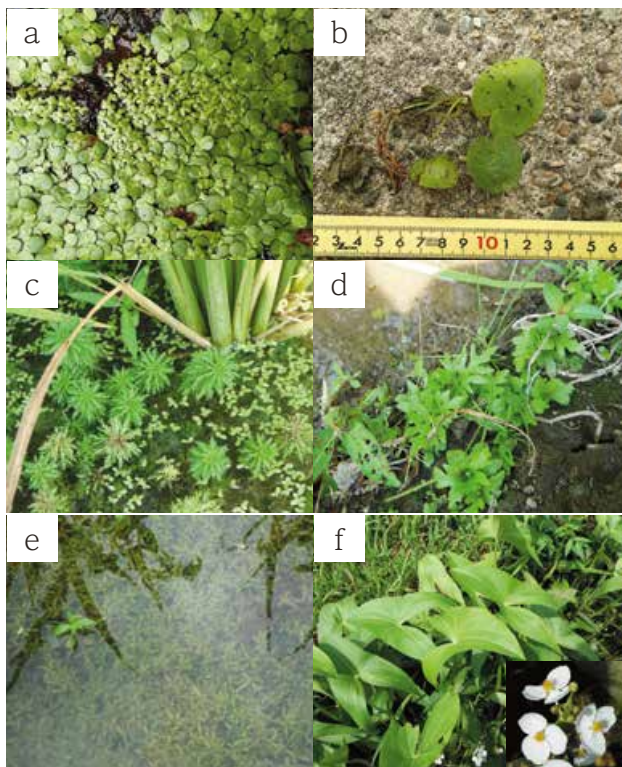


図3. 水路、水田において確認された水生・湿生植物。a) ウキクサとコウキクサ(水路)、b) トチカガミ(水路)、c) キクモ(水田)、d) ヒメミズワラビ(水田)、e) ミゾハコベ(水路)、f) オモダカ(水路)。ウキクサ、コウキクサ、トチカガミは7月に、キクモ、ヒメミズワラビ、ミゾハコベ、オモダカは8月に撮影した。

3.2. 干拓前の水生植物相について

曾我・長島(1970)によると、1952~1954年の3年間の間でみられた主な水生植物(シャジクモ科含む)は48種であった。吉原・西山(1968)は1962~1967年に調査を行い、その時確認された水生植物は61種であった(図2)。

新潟市立総合教育センターに収められていた鎧漕干拓地産の標本のうち、水生植物は15点であった。これらの標本は1946~1962年の間に採集されており、合計14種が確認された(付表1)。これら14種のうち、ホソバミズヒキモ、ヒロハノコウガイゼキショウ、ウキガヤ、ミズハコベの4種は、曾我・長島(1970)、吉原・西山(1968)の調査において記録されていなかった。ホソバミズヒキモ、ミズハコベは池上義信氏によって、ヒロハノコウガイゼキショウ、ウキガヤは、上記文献の著者でもある吉原正秀氏によって採集された標本であった。

曾我・長島(1970)と吉原・西山(1968)、そして新潟市立総合教育センターにて確認したさく葉標本の種数をあわせると、計72種の水生植物を確認することができた。

3.3. 過去と現在水生植物相の比較

干拓前と比較して水生植物の種数は大幅に減少しており、干拓前と現在で共通して確認することができた水生植物は16種であった(表1)。一方で、コウキクサ、コカナダモ、コウガイモ、ヒメガマ、イヌホタルイ、サヤヌカグサ、ミゾハコベ、ヤナギタデの8種は、過去の文献では確認されず2015年の調査で新しく確認された。

生活形ごとみると、浮遊植物は、干拓前と現在で共通して確認された種はウキクサとトチカガミの2種類、サ

表1. 鎧漕干拓地において確認された水生植物の生活形。

	干拓前のみ確認された種	干拓前と現在の両方で確認された種	2015年に新たに確認された種
浮遊植物	サンショウモ、ノタヌキモ、タヌキモ	ウキクサ、トチカガミ	コウキクサ
浮葉植物	ジュンサイ、コウホネ、ヒツジグサ、エビモ、ウキガヤ、ヒメビシ、ヒシ、オニビシ、ミズハコベ、ヒシモドキ、ガガブタ	ヒルムシロ、ホソバミズヒキモ	なし
沈水植物	コウホネ、ヤナギスズタ、クロモ、イバラモ、トリゲモ、オオトリゲモ、セキショウモ、イトモ、エビモ、センニンモ、ヤナギモ、ヒロハノエビモ、マツモ、フサモ、ミズユキノシタ、ミズハコベ、ノタヌキモ、タヌキモ	ミズオオハコ、ホソバミズヒキモ、ホザキノフサモ、キクモ	コカナダモ、コウガイモ、ミゾハコベ、ヤナギタデ
抽水植物	コウホネ、ショウブ、アギナシ、クワイ、カキツバタ、キショウブ、ミクリ、ヒメミクリ、ガマ、ホシクサ、イグサ、ヒロハノコウガイゼキショウ、ウキヤガラ、カサスゲ、マツバイ、シログワイ、ハリイ、フイ、カンガレイ、ムツオレグサ、ウキガヤ、ドジョウツナギ、クサヨシ、ツルヨシ、フサモ、ミズユキノシタ、ミズハコベ、アブノメ、ドクゼリ	ヒメミズワラビ、オモダカ、イボクサ、ミズアオイ、コナギ、クログワイ、ヨシ、マコモ、ハス、キクモ、セリ	ヒメガマ、イヌホタルイ、サヤヌカグサ、ミゾハコベ、ヤナギタデ

※環境によって複数の生活形を取りうる分類群は、可能性のある全ての生活形で表記している。

ンショウモ、ノタヌキモ、タヌキモの計3種は確認されず、コウキクサが新しく確認された(表1, 図4A)。

浮葉植物では、干拓前と現在で共通して確認された種はヒルムシロ、ホソバミズヒキモの2種類、計11種が確認されず、新規に確認された種はなかった(表1, 図4B)。

沈水植物では、干拓前と現在で共通して確認された種はミズオオバコ、ホソバミズヒキモ、ホザキノフサモ、キクモの4種、計18種が確認されず、コカナダモ、コウガイモ、ミゾハコベ、ヤナギタデの4種を新しく確認した(表1, 図4C)。

抽水植物は、干拓前と現在で共通して確認されたのは11種で、29種は確認されなかった。新しくヒメガマ、イヌホタルイ、サヤヌカグサ、ミゾハコベ、ヤナギタデの5種が確認された(表1, 図4D)。

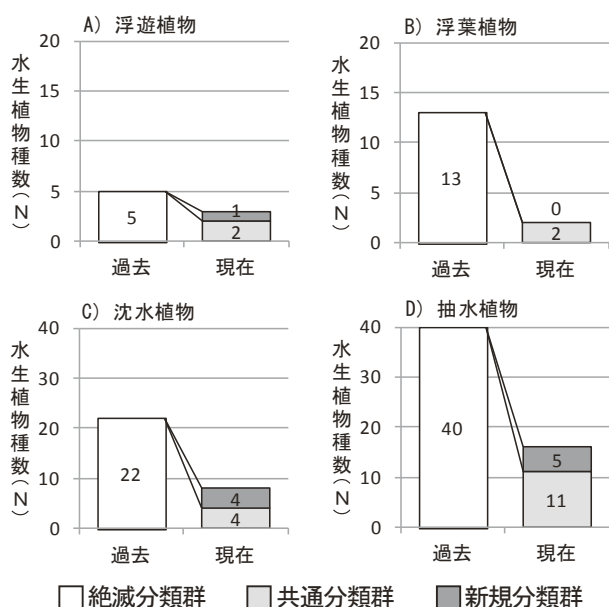


図4. 干拓前からの水生植物の種数の変化。生活形ごとに分類群数を比較した。環境によって複数の生活形を取りうる分類群は、可能性のある全ての生活形で計数している。中央部の数字は、それぞれの合計した分類群数を示す。

3.4. 類似度と種数面積曲線

Jaccard指数が最も高かったのは、曾我・長島(1970)と吉原・西山(1968)の既往調査を比較した0.603で、最も低かったのは、今回調査を実施した水田および水路で出現した水生植物の合計と、新潟市立総合教育センターにて確認したさく葉標本と既往文献をあわせた植物種の合計を比較した0.198(表2)であった。

また、水生植物種と水田および水路の累積面積との関係を図5に示す。調査した水田、水路あたりの出現種数は、累積調査面積の増加とともに飽和曲線を描くような増加パターンを示した。

表2. 既往文献によって確認された水生植物種と、現在と既往文献の水生植物種を比較したJaccard指数。

	Jaccard 指数 (CC)
曾我・長島(1970)と吉原・西山(1968)	0.603
曾我・長島(1970)と本調査(水田・水路合計)	0.237
吉原・西山(1968)と本調査(水田・水路合計)	0.229
吉原・西山(1968)+曾我・長島(1970)+新潟市立総合教育センターの標本と本調査(水田・水路合計)	0.198

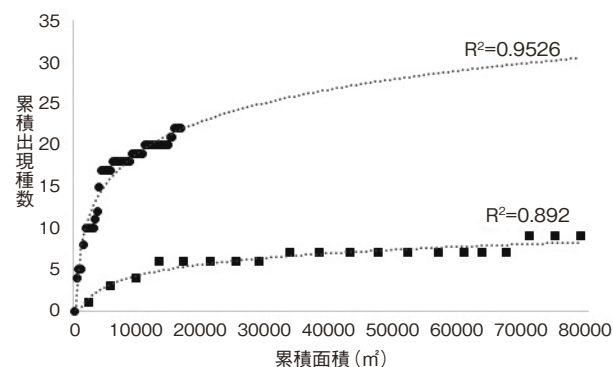


図5. 水生植物種と水田および水路の累積調査面積の関係。種数および面積の累積は、調査地北部から順番に行った。●は水路、■は水田を示す。

4. 考察

今回の調査によって、干拓後およそ50年が経過した鎧漕干拓地では、もともとの水生植物相に比べて大幅に種数が減少し、一部入れ替わりも見られることが明らかになった(表1, 図2, 4, 付表1)。1946年~1967年に確認、採集された過去の水生植物種数計72種に対して、2015年の調査では、確認された水生植物種の種数は16種であり、56種減少していた。今回の調査は、鎧漕干拓地から全ての水路と20地点の水田を選んで踏査を行った。調査を行った水田の面積は干拓地全体と比べると非常に僅かであるものの、種数-面積関係をみると水田に出現する水生植物の種数はほぼ飽和しており(図5)、今回の調査結果は水生植物相の現状を表したものだと考えられる。

多くの種が失われた一方で、先行研究では確認されなかったイヌホタルイ、ミゾハコベといった水稲除草剤に抵抗性のある植物種も2015年の調査で新しく確認された(表1)。この原因は、浅い湖沼から水田環境へ、生育環境が変わったためであると考えられる。2015年に確認された水生植物のほとんどは、水田周辺で一般的に生育が確認される種であった。生育形別に計数した場合、浮遊植物に比べて他の生育形の水生植物の減少数が多く、浮葉植物に至ってはほとんど失われてしまっていた(図4)。これは、鎧漕干拓地内から、ある程度の水位がある止水環境、土壌が厚く堆積した環境が失われた

ことを表していると言えるだろう。

水田環境では水生植物がほとんど残存していないことが明らかになったが、水路においては過去にも生育していた植物種が13種確認された(表1)。また、鎧潟干拓地全体で7種(ヒメミズワラビ(レッドリスト上はミズワラビとして取り扱われている)、トチカガミ、ミズオオバコ、コウガイモ、ミズアオイ、ホザキノフサモ、キクモ)の絶滅危惧種、準絶滅危惧種が確認されたが、ヒメミズワラビとキクモを除く5種は水路内に生育していた(附表1)。これは、これらの種の種子供給源と好適な生育環境が部分的にも維持されていることを示している。種子供給源のほとんどは水田土壌と考えられ、土壌と共に水路に種子が流れ込み、群落が形成されたと考えられる。種数-面積関係をみると、出現種数は完全に飽和するまでには至っていない(図5)。今回は全ての水路を調査したが、この結果は同様の環境が増えれば出現種数が増加することを示唆している。著者らが2015年2月に採集した土壌を試験的に撒き出したところ、フラスコモ属とみられる藻類も確認することができた(丸山ら、未発表)。今後、水田の土壌を撒き出すことによって、過去存在し、現在では失われてしまった種が確認されることも大いに考えられる。

鎧潟の植物について調査した吉原と西山は、福島潟の植物相についても、鎧潟の報文の前年度にまとめている(吉原・西山, 1967)。その当時で、福島潟の維管束植物は382種であり、このうち水生植物は67種であった。これに対して、吉原・西山(1968)がまとめた鎧潟の維管束植物は265種であり、水生植物に限ると61種であった(図2)。つまり、干拓前の鎧潟の植物相全体では福島潟より出現種数がかなり少なかったことがわかるが、水生植物の多様性は福島潟と大きな差はなかったと言える。また、曾我・長島(1970)と吉原・西山(1968)、そして新潟市立総合教育センターにて確認したさく葉標本の種数をあわせると、干拓前に確認されていた水生植物は計72種となり、非常に高い水生植物の多様性が維持されていたことが明らかになった。鎧潟干拓地に残された水生植物を保全しつつ、失われてしまった水生植物群落を復元していくためには、水路環境とともに水田土壌に含まれる埋土種子集団の保全も検討していく必要があるだろう。

今回、過去の文献記録についても比較を試みたが、吉原・西山(1968)(1962~1967年調査)と曾我・長島(1970)(1952~1954年調査)において確認された種組成の類似度(CC値)は0.603であり(表2)、確認種数も吉原・西山(1968)の方が、曾我・長島(1970)に比べて13種多かった(図2)。このことは干拓前においても水生植物の種組成が大きく変化していた可能性を示唆している。しかし、吉原・西山(1968)は維管束植物を対象に調査を行っていることに対して、曾我・長

島(1970)は水生植物に絞って調査を行っている。そのため曾我・長島(1970)のリストには、実際生育していたにも関わらず、水生植物と認めていなかったために抜け落ちた種も存在するかもしれない。今回の標本調査では新潟市立総合教育センター植物資料室の標本しか検討できていない。干拓に至るまでの種組成の正確な変化を把握するためには曾我・長島(1970)の証拠標本や、長岡市立科学博物館や積雪地域植物研究所(新潟市)の収蔵標本を検討する必要があるだろう。

5. 謝辞

本研究は、新潟県新潟市からの受託研究「新潟市域の湖沼における水生植物の生育状況と埋土種子集団の構成に関する研究」として行った。本調査を実施するにあたり、西蒲原土地改良区西地区事務所の本間仁事務長に水田および水路についての情報をいただいた。また、新潟市立総合教育センター職員各位には標本閲覧にあたり、お世話いただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

6. 引用文献

- 秋吉美穂・吉田光毅・岡田美穂・百原新(2008)埋土種子による印旛沼の希少沈水植物の再生. 大成建設技術センター報, 41:55-1-55-4
- 荒木佐智子・鷲谷いつみ(1997)土壌シードバンクをみるために開発した「種子の箱船」. 保全生態学研究, 2:89-101
- Arrhenius O (1921) Species and area. The Journal of Ecology, 9(1):95-99
- Becquerel P (1907) Recherches sur la vie latente des graines. Ann. Sci. Nat. 9 ser. Bot. 5-6: 193-311
- Donald W (1993) Models and sampling for studying weed seed survival with wild mustard (*Sinapis arvensis*) as a case study. Can. J. Plant Sci., 73:637-645
- Ewart AJ (1908) On the longevity of seeds. Proceedings of the Royal Society Victoria, 21:1-210
- 平澤優輝・港翼・長谷川匡弘・志賀隆(2016)標本種子の発芽可能性の評価と標本作製および管理方法の種子寿命への影響. 分類, 16: 37-44
- 広瀬弘幸・山岸高旺(編)(1977)日本淡水藻図鑑. 内田老鶴圃, 東京
- 池田佳子・荒木佐智子・村中孝司・鷲谷いつみ(1999)浚渫土を利用した水辺の植生復元の可能性の検討. 保全生態学研究, 4:21-31
- 角野康郎(2014)日本の水草. 文一総合出版, 東京.
- 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室(編)

- (2015) レッドデータブック2014 8 植物I. ぎょうせい, 東京
- 笠原安夫・西克久・上山良人 (1965) 50余年間埋土したイグサ種子及び水田雑草種子の発芽と生育. 農学研究, 51:75-92
- 国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所 (2007) 信濃川・越後平野の地形と地質～信濃川・越後平野の生い立ちを探る～. 小林 巖雄 (監修), 北陸建設弘済会
- 越水麻子・荒木佐智子・鷺谷いづみ・日置佳之・田中隆・長田光世 (1997) 土壌シードバンクを用いた谷戸植生復元に関する研究. 保全生態学研究, 2:189-200
- 松本仁・今西亜友美・今西純一・森本幸裕・夏原由博 (2009) 巨椋池・横大路沼干拓地の表層土壌中における水生植物散布体の残存状況とその鉛直分布. ランドスケープ研究, 72(5):543-546
- 水澤 智・中本学・森本幸裕 (1999) 土壌シードバンクによる低湿地植生復元に関する研究. 日本緑化工学会誌, 25(4) :321-326
- 百原新・上原浩一・藤木利之・田中法生 (2001) 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. 筑波実験植物園法, 20:1-9
- 百原新・上原浩一・田中法生 (2000) 河川美化・緑化調査研究「埋土種子を利用した水辺植生再生のための基礎的研究」報告書. 財団法人河川環境管理財団
- 邑田仁・米倉浩司 (2012) 日本維管束植物目録. 北隆館, 東京
- 邑田仁・米倉浩司 (2013) 維管束植物分類表. 北隆館, 東京
- 中本学・名取祥三・水澤智・森本幸裕 (2000) 耕作放棄水田の埋土種子集団－敦賀市中池見の場合－. 日本緑化工学会誌, 26:142-153
- 新潟県. ”新潟県第2次レッドリスト (植物編) の公表” 新潟県. 2015年12月31日更新
http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/368/224/08_ikansoku%20category.pdf
 2016年6月07日参照.
- 新潟市 (2011) 新潟砂丘 新潟歴史双書6. 新潟市
- 新潟市 (2012) 大切にしたい野生生物-新潟市レッドデータブック. 新潟市環境部環境対策課, 新潟市
- 西廣淳・高川晋一・宮脇成生・安島美穂 (2003) 霞ヶ浦沿岸域の湖底土砂に含まれる沈水植物の散布体バンク. 保全生態学研究, 8:113-118
- 西蒲原土地改良区 (1981) 西蒲原土地改良史下. 巻
- 沼田真・依田恭二 (1955) 竹林における種類数と面積. 千葉大文理紀要, 1: 232-236
- 緒方秀仁・勝野武彦・大澤啓志 (2007) 絶滅危惧種ミズキンバイ (*Ludwigia peploides* ssp. *stipulacea*) の挿し木法を用いた移植に関する研究. 日本緑化工学会誌, 33(1):77-82
- Ohga I (1926) On the structure of some ancient, but still viable fruits of Indian lotus, with special reference to their prolonged dormancy. Japanese Journal of Botany, 3: 1-20
- 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):1~14
- 尾坂尚紀・加藤一隆 (2012) 西表島における木本植物 (絶滅危惧種) の挿し木増殖. 平成24年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表論文集, 14-17
- 桜井善雄 (1994) 水辺の自然環境-特に植生のはたらきとその保全について. 人と自然, 3:1-15
- 佐藤治雄・堤光・森本幸裕・瀧川幸伸 (1999) 森林表土播きだしによる荒廃地緑化に関する基礎研究. ランドスケープ研究, 62 (5):521-524
- 嶋田正和・山村則男・粕谷英一・伊藤嘉昭 (2005) 動物生態学新版. 海游舎
- 曾我浩・長島義介 (1970) 巻町双書 第14集 鎧淵の水生植物. 巻町役場
- 鈴木光喜 (1994) 25年間地中30cmに埋土した数種畑雑草種子の発芽力雑草研究. 雑草研究, 39(1):34-39
- Thompson K, Grime JP (1979) Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. Journal of Ecology, 67:893-921
- 梅原徹・永野正弘・麻生順子 (1983) :森林表土まきだしによる先駆植生の回復法. 緑化工技術, (3):1-8
- 山瀬敬太郎・関岡裕明・河島章二郎・久保繁夫 (2004) 現地表土を用いた埋土種子による法面緑化. 日本緑化工学会誌, 30 (1) :316-319
- 吉原正秀・西山邦夫 (1967) 新潟県福島潟の植物. 長岡市立科学博物館研究報告 (第4号) 別刷
- 吉原正秀・西山邦夫 (1968) 新潟県鎧淵の植物. 長岡市立科学博物館研究報告 (第5号) 別刷
- 柚木秀雄・高村典子・西廣淳・中村圭吾 (2003) 浚渫土に含まれる水生植物の散布体バンクとバイオマニピュレーションを活用して霞ヶ浦湖岸に沈水植物群落を再生する試み. 保全生態学研究, 8:99-111

付表 1. 鎧漕干拓地における水生植物のリスト。リスト中の和名および学名は原則として『日本維管束植物目録』（邑田・米倉，2012）に従った。科の配列は『維管束植物分類表』（邑田・米倉，2013）に記載されている APG III 分類体系に従い、科内の属の配列および種の配列は、学名のアルファベット順とした。証拠標本は採集者と採集者番号、採集年のみを記した。2014 年、2015 年以外に採集された標本は新潟市立総合教育センター植物資料室に収蔵されており、標本番号は総合教育センターの整理番号である。

No.	種名	学名	水田出現頻度 n=20	2015 年 水路調査	曾我・長島 (1970)	吉原・西山 (1968)	在来・ 外来の別	RDB (新潟市/新潟県/環境省)	証拠標本
サンショウモ科									
1	サンショウモ	<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	-	-	○	○	在来種	VU/VU/NT	
イノモトソウ科									
2	ヒメミズワラビ	<i>Ceratopteris gaudichaudii</i> Brongn. var. <i>vulgaris</i> Masuyama et Watano	3	-	○	○	在来種	NT/NT/-	
ジュンサイ科									
3	ジュンサイ	<i>Brasenia schreberi</i> J.F.Gmel.	-	-		○	在来種	EN/VU/-	
スイレン科									
4	コウホネ	<i>Nuphar japonica</i> DC.	-	-	○	○	在来種		
5	ヒツジグサ	<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi var. <i>tetragona</i>	-	-	○		在来種	EW/VU/-	
ショウブ科									
6	ショウブ	<i>Acorus calamus</i> L.	-	-	○	○	在来種		
サトイモ科									
7	コウキクサ	<i>Lemna minor</i> L.	1	○			在来種		
8	ウキクサ	<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	-	○	○	○	在来種		
オモダカ科									
9	アギナシ	<i>Sagittaria ajinashi</i> Makino	-	-	○	○	在来種	EN/NT/NT	
10	オモダカ	<i>Sagittaria trifolia</i> L. var. <i>trifolia</i>	2	○		○	在来種		
11	クワイ	<i>Sagittaria trifolia</i> L. 'Caerulea'	-	-	○	○	外来種		
トチカガミ科									
12	ヤナギスブタ	<i>Blyxa japonica</i> (Miq.) Maxim. ex Asch. et Gürke	-	-	○	○	在来種	-/VU/-	
13	コカナダモ	<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) St. John	-	○			外来種		丸山 1 (2015)
14	クロモ	<i>Hydrilla verticillata</i> (L. f.) Royle	-	-	○	○	在来種	VU/VU/-	
15	トチカガミ	<i>Hydrocharis dubia</i> (Blume) Backer	-	○	○	○	在来種	VU/VU/NT	
16	イバラモ	<i>Najas marina</i> L.	-	-	○	○	在来種	-/VU/-	
17	トリゲモ	<i>Najas minor</i> All.	-	-	○	○	在来種	EW/EN/VU	
18	オオトリゲモ	<i>Najas oguraensis</i> Miki	-	-	○		在来種		
19	ミズオオハコ	<i>Ottelia alismoides</i> (L.) Pers.	-	○	○	○	在来種	VU/VU/VU	丸山 2 (2015)
20	コウガイモ	<i>Vallisneria denseserrulata</i> (Makino) Makino	-	○			在来種	VU/VU/-	丸山 3 (2015)
21	セキシウモ	<i>Vallisneria natans</i> (Lour.) H.Hara var. <i>natans</i>	-	-	○	○	在来種	EN/VU/-	
ヒルムシロ科									
22	イトモ	<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	-	-	○	○	在来種	EW/VU/NT	
23	エビモ	<i>Potamogeton crispus</i> L.	-	-	○	○	在来種		
24	コバノヒルムシロ	<i>Potamogeton cristatus</i> Regel et Maack	-	-	○	○	在来種	EW/EN/VU	
25	ヒルムシロ	<i>Potamogeton distinctus</i> A. Benn.	-	○	○	○	在来種		池上 87139 (1951), 丸山 4 (2015)
26	センニンモ	<i>Potamogeton maackianus</i> A. Benn.	-	-	○	○	在来種	EN/VU/-	
27	ホソバミズヒキモ	<i>Potamogeton octandrus</i> Poir. var. <i>octandrus</i>	-	○			在来種		池上 87240 (1951), 丸山 5 (2015)
28	ヤナギモ	<i>Potamogeton oxyphyllus</i> Miq.	-	-	○	○	在来種		
29	ヒロハノエビモ	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	-	-	○	○	在来種	EW/VU/-	
アヤメ科									
30	カキツバタ	<i>Iris laevigata</i> Fisch.	-	-	○		在来種	VU/VU/NT	
31	キシウブ	<i>Iris pseudacorus</i> L.	-	-	○		外来種		

No.	種名	学名	水田出現頻度 n=20	2015年 水路調査	曾我・長島 (1970)	吉原・西山 (1968)	在来・ 外来の別	RDB (新潟市/新潟県/環境省)	証拠標本
ツククサ科									
32	イボクサ	<i>Murdannia keisak</i> (Hassk.) Hand.-Mazz.	5	○	○	○	在来種		
ミズアオイ科									
33	ミズアオイ	<i>Monochoria korsakowii</i> Regel et Maack	-	○	○	○	在来種	VU/VU/NT	志賀 8510-8512 (2014)
34	コナギ	<i>Monochoria vaginalis</i> (Burm.f.) C.Presl ex Kunth var. <i>vaginata</i>	1	○	○	○	在来種		
ガマ科									
35	ミクリ	<i>Sparganium erectum</i> L. var. <i>coreanum</i> (H.Lév.) H.Hara	-	-	○	○	在来種	NT/NT/NT	
36	ヒメミクリ	<i>Sparganium subglobosum</i> Morong	-	-		○	在来種	-/VU/VU	
37	ヒメガマ	<i>Typha domingensis</i> Pers.	-	○			在来種		
38	ガマ	<i>Typha latifolia</i> L.	-	-	○	○	在来種		
ホシクサ科									
39	ホシクサ	<i>Eriocaulon cinereum</i> R.Br.	-	-		○	在来種		
イグサ科									
40	イグサ	<i>Juncus decipiens</i> (Buchenau) Nakai	-	-		○	在来種		吉原 91988 (1962)
41	ヒロハノコウガイゼキショウ	<i>Juncus diastrophanthus</i> Buchenau var. <i>diastrophanthus</i>	-	-			在来種		吉原 91839 (1962)
カヤツリグサ科									
42	ウキヤガラ	<i>Bolboschoenus fluviatilis</i> (Torr.) Soják subsp. <i>yagara</i> (Ohwi) T.Koyama	-	-		○	在来種		吉原 107592 (1962)
43	カサスゲ	<i>Carex dispalata</i> Boott	-	-		○	在来種		
44	マツバイ	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Roem. et Schult. var. <i>longiseta</i> Svenson	-	-		○	在来種		吉原 106826 (1962)
45	シログワイ	<i>Eleocharis dulcis</i> (Burm.f.) Trin. ex Hensch.	-	-		○	外来種		
46	クログワイ	<i>Eleocharis kurogumai</i> Ohwi	-	○	○	○	在来種		丸山 6(2015)
47	ハリイ	<i>Eleocharis pellucida</i> J. et C.Presl	-	-		○	在来種		
48	イヌホタルイ	<i>Schoenoplectus juncooides</i> (Roxb.) Palla	3	○			在来種		丸山 7(2015)
49	フトイ	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C.Gmel.) Palla	-	-	○	○	在来種		
50	カンガレイ	<i>Schoenoplectus triangulatus</i> (Roxb.) Soják	-	-		○	在来種		
イネ科									
51	ムツオレグサ	<i>Glyceria acutiflora</i> Torr. subsp. <i>japonica</i> (Steud.) T.Koyama et Kawano	-	-		○	在来種		
52	ウキガヤ	<i>Glyceria depauperata</i> Ohwi var. <i>infirma</i> (Ohwi) Ohwi	-	-			在来種		吉原 95423 (1962)
53	ドジョウツナギ	<i>Glyceria ischyronoura</i> Steud.	-	-		○	在来種		
54	サヤヌカグサ	<i>Leersia sayanuka</i> Ohwi	-	○			在来種		
55	クサヨシ	<i>Phalaris arundinacea</i> L. var. <i>arundinacea</i>	-	-		○	在来種		
56	ヨシ	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	-	○	○	○	在来種		
57	ツルヨシ	<i>Phragmites japonicus</i> Steud.	-	-		○	在来種		
58	マコモ	<i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) Turcz. ex Stapf	-	○	○	○	在来種		
マツモ科									
59	マツモ	<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	-	-	○	○	在来種	VU/VU/-	吉原 29995 (1955)
ハス科									
60	ハス	<i>Nelumbo nucifera</i> Gaertn.	-	○※	○	○	外来種		
アリノトウグサ科									
61	ホザキノフサモ	<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	-	○	○	○	在来種	EN/VU/-	丸山 9(2015)
62	フサモ	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	-	-		○	在来種		

No.	種名	学名	水田出現頻度 n=20	2015年 水路調査	曾我・長島 (1970)	吉原・西山 (1968)	在来・ 外来の別	RDB (新潟市/新潟県/環境省)	証拠標本
ミゾハコベ科									
63	ミゾハコベ	<i>Elatine triandra</i> Schkuhr var. <i>pedicellata</i> Krylov	-	○			在来種		
ミソハギ科									
64	ヒメビシ	<i>Trapa incisa</i> Siebold et Zucc.	-	-	○	○	在来種	EN/VU/VU	
65	ヒシ	<i>Trapa japonica</i> Flerow	-	-	○	○	在来種		池上 56570 (1950), 吉原 56576 (2015)
66	オニビシ	<i>Trapa natans</i> L. var. <i>natans</i>	-	-	○	○	在来種		
アカバナ科									
67	ミズユキノシタ	<i>Ludwigia ovalis</i> Miq.	-	-		○	在来種	NT/NT/-	吉原 57130 (2015)
タデ科									
68	ヤナギタデ	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	13	○			在来種		丸山 10 (2015)
オオハコ科									
69	ミズハコベ	<i>Callitriche palustris</i> L. var. <i>palustris</i>	-	-			在来種		池上 70904 (1946)
70	アブノメ	<i>Dopatrium junceum</i> (Roxb.) Buch.-Ham. ex Benth.	-	-		○	在来種	VU/VU/-	吉原 73689 (1962)
71	キクモ	<i>Limnophila sessiliflora</i> (Vahl) Blume	1	-	○	○	在来種	NT/-/-	吉原 73853 (1955)
72	ヒシモドキ	<i>Trapella sinensis</i> Oliv.	-	-	○	○	在来種	EW/EN/EN	
タヌキモ科									
73	ノタヌキモ	<i>Utricularia aurea</i> Lour.	-	-	○	○	在来種	-/VU/VU	
74	タヌキモ	<i>Utricularia</i> × <i>japonica</i> Makino	-	-	○	○	在来種	VU/VU/NT	
ミツガシワ科									
75	ガガブタ	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze	-	-	○	○	在来種	EN/VU/NT	
セリ科									
76	ドクゼリ	<i>Cicuta virosa</i> L.	-	-		○	在来種		吉原 59183 (1962)
77	セリ	<i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC. subsp. <i>javanica</i>	1	○		○	在来種		丸山 12 (2015)
シヤジクモ科									
78	シヤジクモ	<i>Chara braunii</i> Gmelin	-	-	○		在来種	-/-/VU	志賀 8516 (2014)
79	オウシヤジクモ	<i>Chara corallina</i> var. <i>corallina</i>	-	-	○		在来種	-/-/CR+EN	
80	サカゴフラスコモ	<i>Nitella inversa</i> Imahori	-	-	○		在来種	-/-/CR+EN	

※調査地内では確認できなかったが、鑑潟干拓地のすぐ近くで確認できたもの