

西の湖におけるヨシ群落の管理頻度と植生変化の関係

Relation between frequency of reed-land management and vegetation change around Lake Nishino

西村 大志* 西川 博章** 浜端 悦治*** 藤井 伸二**** 深町 加津枝*****

森本 幸裕*****

Taishi NISHIMURA Hiroaki NISHIKAWA Etsuji HAMABATA Shinji FUJII Katsue FUKAMACHI

Yukihiro MORIMOTO

Abstract: The broad-scale reed communities around Lake Nishino in Shiga are habitats for many rare plant species, and also essential components of the local cultural landscape. Their conservation is reported to be a result of traditional reed-land management (cutting and burning) conducted along with the use of reeds for the production of reed-derived goods. However, continuation of management has become difficult due to a decline in the production of reed goods. This study aimed to evaluate the relationship between management frequency and vegetation change. Based on a vegetation survey on 160 plots around Lake Nishino conducted between 1999 and 2002 using the Braun-Blanquet method (Fujii 2005), we conducted a follow-up survey on 89 plots in 2010. We assessed management frequency according to three categories (no, occasional, annual). After vegetation data ordination by DCA, we compared the management frequency categories in regard to vegetation change. The results showed that there was a much greater vegetation change in the 'no' management category than in the other two categories. That change consisted of soil aridification and increase of succession degree. Occasional management could thus be effective for limited-labor maintenance of broad-scale reed communities.

Keywords: reed-bed, vegetation management, marshy vegetation, succession, attached lake

キーワード: ヨシ原, 植生管理, 湿生植物群落, 遷移, 内湖

1. 背景

西の湖は滋賀県に現存する最大の内湖（琵琶湖と水路等でつながる小水域）であり、大きな人為的改変を免れた数少ない内湖でもある。周囲にはヨシ群落を主とする広大な湿生植物群落が成立する。ヨシには生育立地による区分として地表がほとんど冠水することがない陸ヨシと冠水時期を含む水ヨシがあり¹³⁾、まとまった規模の陸ヨシ群落が発達していることが西の湖の大きな特徴となっている。滋賀県の行った調査¹⁶⁾によると、2008年における西の湖の抽水植物群落の面積は約102万m²であり、これは琵琶湖岸および内湖・主要河川の合計である約374万m²の27%に当たる。

ラムサール条約湿地や重要文化的景観に指定されるなど、良好な自然環境及び文化的環境を有するとして注目されている西の湖の価値は、ヨシ群落によるところが大きい。ヨシ群落は、カヤネズミやオオシキリなどの動物に生育地を提供し、水質汚濁を防止し、良好な水辺景観を形成するなど多面的な機能をもつとして近年注目されている¹²⁾。具体的な事例を挙げると、西の湖周辺には42種類の希少植物の生育が確認されており¹⁴⁾、その多くはヨシ群落の内部あるいは周縁を生育地としている⁹⁾。また、ヨシ群落やヤナギ林などの湿生植物群落はこの地域の水郷景観の重要な構成要素となっている。

この地域のヨシ群落では伝統的な地場産業であるヨシ生産に伴い、一年に一回、冬から春先にかけてヨシ刈り、ヨシ焼きといった植生管理活動（以降これらをまとめて「ヨシ刈り」とする。）が行われてきた。しかし近年では、ヨシ産業の衰退や生産者の高齢化に伴ってヨシ群落の管理は減少・粗放化傾向にある¹³⁾。

ヨシ刈りは、放置すれば植生遷移等によって消失してしまう可能性の高い陸ヨシ群落に対して、遷移の進行を抑えてヨシ群落を維持する役割を果たしていると言われている¹⁾。しかしこのような効果を実証的にデータで示した研究はみられない。ヨシ群落の刈り取りを扱った既往研究において、日置ら（2001）⁶⁾は、夏季

の刈り取りを6年間継続する調査を行い、刈り取りによってヨシの高さおよび被度の減少と種数の増加が起こることを明らかにした。栗林（1999）⁹⁾は3月に刈り取ったヨシ群落を同年8月まで追跡調査し、刈り取り区でのヨシの現存量の増加傾向を示すと共に、水ヨシ群落での刈り取りがヨシの生育を阻害する可能性を示唆した。しかしこれらに代表される既往研究では、伝統的な冬季の刈り取りについて複数年にわたって管理頻度と植生遷移の関係を調べたものは見られない。西の湖におけるヨシ群落の重要さと、ヨシ刈りに投入される労働力の減少といった状況を鑑みれば、ヨシ刈りとヨシ群落の遷移の関係を明らかにする重要性が高い。

そこで本研究では、ヨシ刈りの頻度と植生変化の関係からヨシ刈りが植生に与える影響を検証し、ヨシ群落の効率的な管理方法の手掛かりとなる知見を得ることを目的とした。

2. 調査方法

(1) 調査地の概要

西の湖は滋賀県近江八幡市に位置する現存する最大の内湖であり、面積は約2.22km²、平均水深は1.5mである。気候は大津観測所の30年平均値によると、年平均気温は14.1度、年降水量は1530mmである⁸⁾。暖かさの指数(WI)は120.8°C・月、寒さの指数は1.9°C・月で、植生帯としては常緑広葉樹林帯に相当する。なお、両指数の標高による補正は行っていない。流出河川である長命寺川で琵琶湖とつながっており、水位は基本的には琵琶湖と連動して年間を通して数十センチの変動がある。周辺にはかつては滋賀県最大の内湖であった大中の湖と安土内湖、伊庭内湖があり、西の湖も含めて相互につながっていたが、干拓によって1964年にはいずれも陸地化した。西の湖の周囲の土地はシルト質主体の保水力の高い土壌が卓越し、広大なヨシ群落やヤナギ林を含む湿生植物群落が発達している。この湿生植物群落は、滋賀県の「滋賀県琵琶湖のヨシ群落の保全に関する条例」では保全区域に指定されている。

*京都大学大学院農学研究科 **株式会社ラーゴ ***滋賀県琵琶湖研究所（現所属：滋賀県立大学環境科学部）

****人間環境大学 *****京都大学大学院地球環境学舎

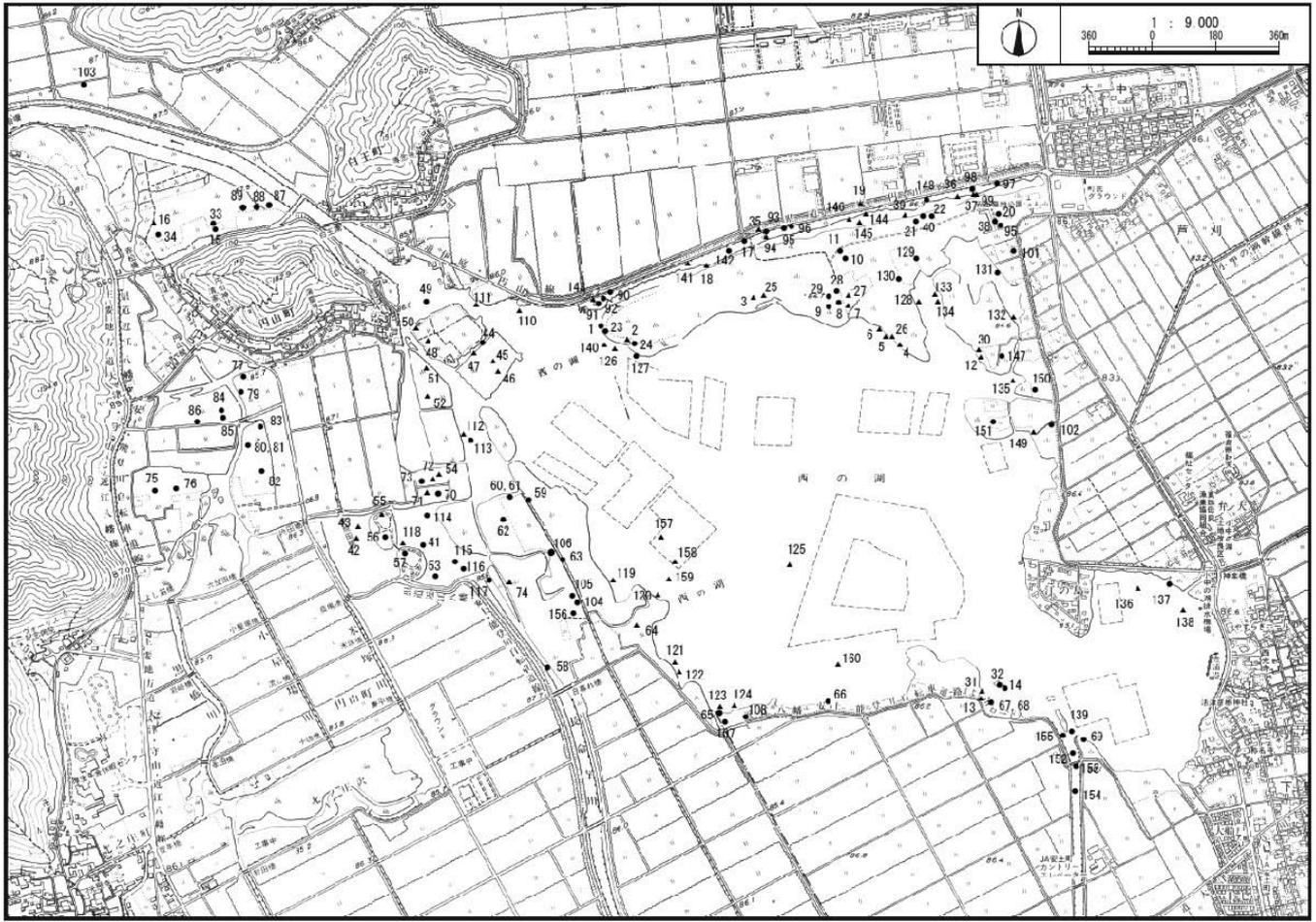


図-1 藤井 (2005) ³⁾ による西の湖周辺の植生調査の地点

●は追跡調査を行った地点、▲は追跡調査を行っていない地点を表す。

(2) 植生調査

過去の植生データとして、1999～2002年に西の湖で実施された植物社会学的手法 (Braun-Blanquet 法) による植生調査 (以下「S I」とする) の資料 (藤井 2005) ³⁾ のうち、組成表作成の段階で除かれていた1地点を除く160地点のデータを用いた。そのうち明らかに水域にある地点や、地面のぬかるみや植物の茂みなどによって調査地点にたどり着くことが困難だった地点を除いた89地点において、2010年8～11月に同一地点・同一面積・同一手法で追跡調査 (以下「S II」とする) を行った。被度は、+ (少数個体のみ), 1 (10%以下), 2 (10～25%), 3 (25～50%), 4 (50～75%), 5 (75～100%) の6つの階級で記録した。

S IIでの調査地点の位置の判定は、藤井 (2005) に添付された調査地点図 (図-1) と、S Iの調査票に記載された優占種や木本種、備考を参考にしながら行った。なお、調査地点の位置や被度の判定については、2010年7月に当時実際にS Iの調査を実施した本論文の共同執筆者からその判定基準について指導を受け、S IとS IIでできるだけ判定基準が一致するように配慮した。

本稿では、位置を表す「地点」という言葉と、それぞれの地点におけるS IまたはS IIどちらかの植生調査の単位を表す「プロット」という言葉を区別して用いる。また、地点番号xにおけるS Iのプロットのデータを「xp」、S IIのプロットのデータを「xf」と記す。

(3) ヨシ刈りの実施状況

西の湖でのヨシ刈りの実施状況を示した既存の資料として、2003年に調査された「平成15年ヨシ刈り図」²⁾ および2005年に調査された「西の湖 ヨシ刈り状況」¹⁾ の二点の図面データを

利用した。また、S IIの調査時に、各プロットで枯死したヨシや地表の植物遺体の残存状況などから2010年のヨシ刈り実施の有無の判定を行った。以上の3年分のデータに加えて、S Iの調査票³⁾の備考欄に前年度のヨシ刈り状況について記述のあるものについてはそれも参考にした。

また、2010年7月から9月にかけて現地のヨシ生産者3名からヨシ刈りの方法や最近の刈り取り状況について聞き取りを行った。

3. 分析方法

(1) TWINSPLANによる分析対象地点の抽出

水位が変動する西の湖において、全調査地点から水域を除き陸域の分析対象地点を抽出するため、S Iにおける160プロットでの出現種の被度階級データを用いてTWINSPLAN (Two-way indicator species analysis) ⁵⁾ による分類を行った。TWINSPLANは全プロット、全種のデータを序列化し、それに従って全体の二分割を繰り返してグループ分けを行う方法であり、群集本来の持つ性格を正しく反映した分類ができるとされている¹⁰⁾。TWINSPLANにはMjM software社の植生解析ソフトPC-ORD Windows版ver.4.25を用いた。

TWINSPLAN適用時の条件は、以下のように定めた。植生調査で記録した出現種の被度(0, +, 1～5)は、+を0.5に変換し、カットレベルは0, 1, 2, 3, 4, 5とした。また、少数プロットにしか出現しない種があると、その影響が強くて群落分類の正確さが低下する可能性があるため、S Iで160地点中1地点にしか出現しなかった種を除いた。

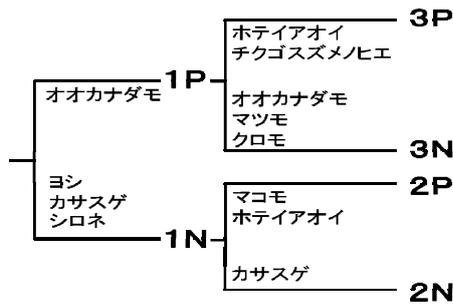


図-2 TWINSpan 分類過程とその区分種

図中の記号について、数字は TWINSpan による分割の番号を、P、N はそれぞれポジティブ側、ネガティブ側のグループであることを表す。種名は分割の基準となった区分種を表す。

表-2 管理度判定結果

管理度1：調査した年次においてヨシ刈りの実施無し。管理度2：調査した年次のうち一部でヨシ刈り実施。管理度3：調査したすべての年次でヨシ刈り実施

管理度	地点数	地点番号
管理度1	5地点	34, 70, 87, 88, 89
管理度2	11地点	20, 28, 38, 65, 67, 68, 90, 95, 129, 130, 148
管理度3	26地点	8, 9, 17, 63, 69, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 93, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 142, 156
除外	3地点	41, 57, 103

(2) ヨシ群落の管理度の判定と被度変化の分析

TWINSpan で得られた分析対象地点の中で S I, S II ともに調査データがあり、かつ S I において記録されたヨシの被度が3以上の地点 (計 45 地点) についてヨシ群落の管理度の判定を行った。

管理度は以下のような基準で3段階に分けた。2 (3) で示したヨシの実施状況に関するデータ (最高4年分) においてどの年にもヨシ刈りが行われている地点を管理度3、ヨシ刈りが行われている場合と行われていない場合があるものを管理度2、どの年にもヨシ刈りが行われていないものを管理度1とした。なお、図面データからヨシ刈りの実施状況が判読できないなどの理由で実施状況が一年分以下しかわからなかった地点は、管理度判定対象から除外した。

また、管理度ごとに S I および S II におけるヨシの平均被度とその変化を算出し、ウィルコクソンの符号付順位検定によって変化の有意性を分析した。

(3) DCAによる序列化

植生変化の傾向を把握するため、TWINSpan によって得られた分析対象地点における S I および S II のデータに対して、その被度階級データに基づいて DCA (Detrended correspondence analysis) ⁴⁾ を適用し、プロットおよび種の序列化を行った。その際、ヨシ刈り以外の人為的な植生の改変による影響を排除するため、S I と S II の間に大量の土入れによる土地造成が行われたと考えられる 15f, 33f を除外した。DCA には分析対象のデータに2回以上出現した種の被度データを用い、さらに出現頻度の低い種の寄与が小さくなるように重みづけをした。その他の設定はデフォルトのまま行った。DCA には MjM software 社の植生解析ソフト PC-ORD Windows 版 ver.4.25 を用いた。

DCA で出力された空間上の距離は、実際の植生の類似度を反映したものになり、DCA 上での距離が近いほど構成種が似ていて、遠いほど異なっているとされる ¹⁷⁾。そのため、DCA で得られたプロットの序列において、同地点における S I のプロットを始点とし S II のプロットを終点とするベクトル (以降「移動ベクトル」とする) は、植生変化を表すと考えられる。管理頻度の違いが植生の変化にどのような影響を及ぼしているのかを考察するため、管理度ごとに地点の移動ベクトルの方向と大きさを整理

表-1 TWINSpan による地点の分類結果

図中の記号について、数字は TWINSpan による分割の番号を、P、N はそれぞれポジティブ側、ネガティブ側のグループであることを表す。

グループ名	地点数	地点番号
3P	19地点	2, 3, 13, 24, 31, 42, 47, 48, 49, 53, 59, 60, 64, 115, 117, 137, 149, 153, 154
3N	34地点	5, 23, 43, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 145, 152, 155, 157, 158, 159, 160
2P	9地点	1, 6, 14, 32, 50, 66, 100, 131, 144
2N	98地点	4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 129, 130, 132, 141, 142, 143, 146, 147, 148, 150, 151, 156

表-3 管理度別に見たヨシの平均被度の変化

管理度1：調査した年次においてヨシ刈りの実施無し。管理度2：調査した年次のうち一部でヨシ刈り実施。管理度3：調査したすべての年次でヨシ刈り実施。表中の p はウィルコクソンの符号付順位検定における危険率を表す。

管理度	S I		S II		平均被度の変化	p
	平均被度	標準偏差	平均被度	標準偏差		
管理度1	4.20	1.10	2.20	1.30	-2.00	0.100
管理度2	4.09	0.83	3.45	1.29	-0.64	0.099
管理度3	4.12	0.82	4.08	0.84	-0.04	0.882

した。その際、管理度ごとにベクトル平均を考えることで、環境条件や偶然要素などの影響を低減し、管理度による植生変化の違いをより明瞭に表せるよう工夫した。

ベクトル平均の I 軸方向の成分および II 軸方向の成分を求め、それをもとにベクトル平均の大きさを算出した。また、各移動ベクトルの大きさを平均した平均移動距離も算出した。その後、各管理度におけるこれらの値を比較した。

4. 結果

(1) TWINSpan による分類

S I の 160 プロットの被度データを用いて、TWINSpan による分類を第二分割まで進めた (図-2)。その結果、図中に示された区分種によって 2P, 2N, 3P, 3N の 4 つのグループに分類された。各グループに分類された地点のリストを表-1 に示す。

第一段階の分割では、オオカナダモを区分種とする 1P と、ヨシ、カササゲ、シロネを区分種とする 1N に分かれた。1P に含まれる地点は主にオオカナダモ、ホテイアオイ、マツモ、クロモ等常に水中にある立地を好んで生育する種からなっていたため、分析対象外とした。

第二段階の分割で、1N はマコモ、ホテイアオイを区分種とする 2P と、カササゲを区分種とする 2N に分かれた。2P は水ヨシやマコモが抽水状態で優占する地点でほぼ占められ、沈水植物の出現も多くみられた。2N は構成種からみても立地からみても、ほぼ完全に陸上地点で占められていると考えられた。

2P の 9 地点には水ヨシ群落なども含まれたが、以下二点の理由により分析対象としなかった。一点目は、通常ヨシ刈りの対象とならない水辺に位置する地点が多く、既存のヨシ刈り状況を示した図からのヨシ刈り実施の有無の判定も困難であったこと。二点目は、次の DCA の分析に 2P を用いた場合も用いなかった場合も全体としての傾向は変わらないが、2P を用いると I 軸の負の方向にマコモ群落が大きく突出して現れたことである。

以上の結果から、2N の 98 地点を分析対象地点とした。該当地点における S II のデータは 65 地点分であったため、合計 163 個のプロットのデータを以降の分析に用いた。その総出現種数は 138 種であった。

(2) 管理度とヨシの被度変化

ヨシ刈り調査のデータを用いた管理度の判定結果を表-2に示した。聞き取りと既存資料から、管理度1の地点はどれも15年程度はヨシ刈りが行われていない区域にあることが分かった。

管理度ごとにS IおよびS IIにおけるヨシの平均被度と標準偏差、平均被度の変化、ウィルコクソンの符号付き順位と検定による危険率pを求め表-3に示した。

ヨシの平均被度は、管理度1で4.2から2.2まで減少し、その差は2.0であった。管理度2では4.09から3.45まで、0.64の減少が見られた。管理度3では4.12から4.08と0.04の減少にとどまった。ウィルコクソンの符号付順位と検定ではいずれの変化も有意な差ではなかったが、管理度1で最も大きな減少傾向が見られた。

(3) DCAによる序列化

DCA序列化によって得られた軸の説明力を表す Percent of variance In Distance Matrix¹⁷⁾をⅢ軸まで計算したところ、Ⅰ軸で0.399、Ⅱ軸で0.211、Ⅲ軸で0.061であった。決定係数の値の大きいⅠ軸およびⅡ軸のスコアを用いて各プロット(図-3)及び各種(図-4)の位置を座標平面上に展開した。

DCAで出力したⅠ軸、Ⅱ軸の意味付けを行うため、種スコアのデータから、Ⅰ軸とⅡ軸のスコア上位15種と下位15種をそれぞれ取り上げ、それらの種について宮脇ら(1994)¹⁸⁾を用いて生活型と休眠型の判定を行った(表-4)。種の同定ができなかったイネ科sp.と、宮脇ら(1994)に掲載されていなかったチクゴスズメノヒエ、ケイヌビエについては判定を行わず、空欄のままとした。

表-4においてⅠ軸スコアの下位15種をみると、休眠型を判定した14種のうち10種がHH(水湿植物)であり、オオカナダモ、チクゴスズメノヒエ、マコモ、ホテイアオイ、ヨシなど、常時水面下にある場所でも生育できる種が多くみられた。逆に上位の15種には、休眠型HHの種は一種も見られなかった。その結果から、第一軸は土壌の乾湿を示す(Ⅰ軸スコアが大きいほど土壌水分が少なくなる)軸であると推定した。

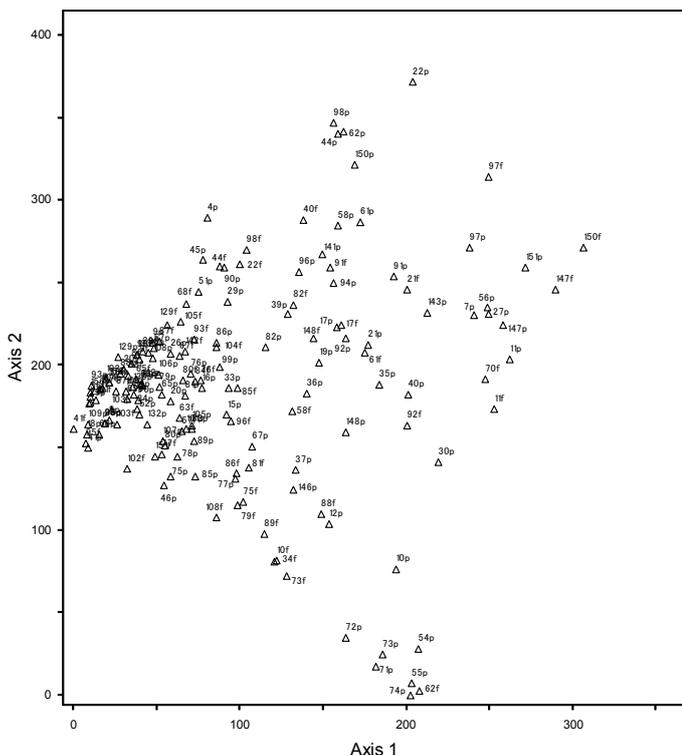


図-3 DCAによるプロットの序列化結果

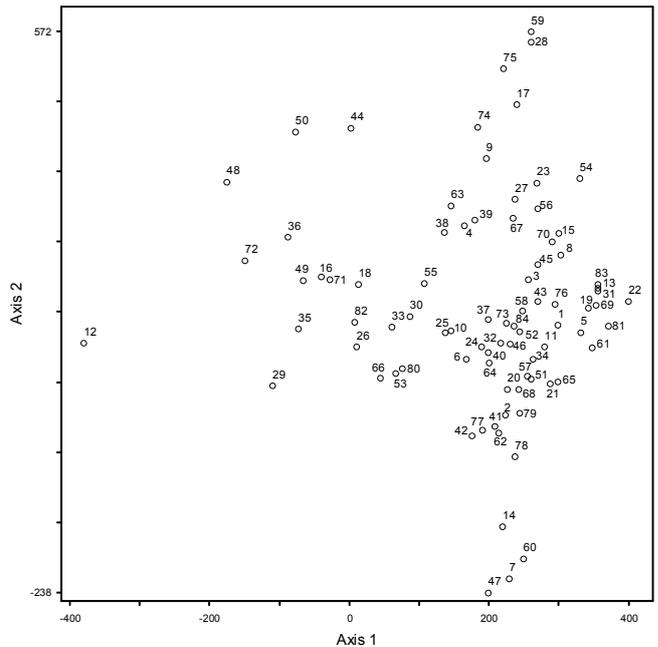


図-4 DCAによる種の序列化結果

図中の番号は以下の種を表す。

1. アオツラフジ; 2. アカヤナギ; 3. アキハゲシ; 4. アマリカセンダングサ; 5. イシカ; 6. イヌゴマ; 7. イコウヤナギ; 8. 体科sp.; 9. 狭葉カウ; 10. ウメノハコ; 11. エキダマ; 12. 材ガサ; 13. オシロイ; 14. 材ガサ; 15. 材ガサ; 16. 材ガサ; 17. 材ガサ; 18. 材ガサ; 19. 材ガサ; 20. 材ガサ; 21. 材ガサ; 22. 材ガサ; 23. 材ガサ; 24. 材ガサ; 25. 材ガサ; 26. 材ガサ; 27. 材ガサ; 28. 材ガサ; 29. 材ガサ; 30. 材ガサ; 31. 材ガサ; 32. 材ガサ; 33. 材ガサ; 34. 材ガサ; 35. 材ガサ; 36. 材ガサ; 37. 材ガサ; 38. 材ガサ; 39. 材ガサ; 40. 材ガサ; 41. 材ガサ; 42. 材ガサ; 43. 材ガサ; 44. 材ガサ; 45. 材ガサ; 46. 材ガサ; 47. 材ガサ; 48. 材ガサ; 49. 材ガサ; 50. 材ガサ; 51. 材ガサ; 52. 材ガサ; 53. 材ガサ; 54. 材ガサ; 55. 材ガサ; 56. 材ガサ; 57. 材ガサ; 58. 材ガサ; 59. 材ガサ; 60. 材ガサ; 61. 材ガサ; 62. 材ガサ; 63. 材ガサ; 64. 材ガサ; 65. 材ガサ; 66. 材ガサ; 67. 材ガサ; 68. 材ガサ; 69. 材ガサ; 70. 材ガサ; 71. 材ガサ; 72. 材ガサ; 73. 材ガサ; 74. 材ガサ; 75. 材ガサ; 76. 材ガサ; 77. 材ガサ; 78. 材ガサ; 79. 材ガサ; 80. 材ガサ; 81. 材ガサ; 82. 材ガサ; 83. 材ガサ; 84. 材ガサ

表-4 DCA Ⅰ軸・Ⅱ軸スコアの上位および下位15種リスト
表中の休眠型はラウンケアの分類による。

MM: 大型地上植物, M: 小型地上植物, N: 微小地上植物, Ch: 地表植物, H: 接地(半地中)植物, G: 地中植物, HH: 水湿植物, Th: 1年ないし2年植物

Ⅰ軸下位15種				Ⅰ軸上位15種			
種名	Ⅰ軸スコア	生活型	休眠型	種名	Ⅰ軸スコア	生活型	休眠型
オオカナダモ	-380	多年草	HH	カスリ	399	多年草	G
チクゴスズメノヒエ	-176			ヨウシュヤマゴボウ	369	多年草	G
マコモ	-150	多年草	HH	オオシバ	355	多年草	H
オシロイ	-110	2年草	Th	コメカヤリ	355	一年草	Th
ヤブタバコ	-89	多年草	HH	ヨメナ	354	多年草	H
ヨウシュクサ	-77	一年草	Th	ヘビイチゴ	351	多年草	H
サテウサ	-74	一年草	Th	ノヂメ	347	多年草	H
ゴザサ	-66	多年草	HH	カハミ	341	多年草	Ch
オニアルカ	-41	多年草	HH	イシカ	331	一年草	Th
ホテイアオイ	-28	多年草	HH	トウハナ	329	多年草	H
クササギ	0	一年草	Th	体科sp.	302		
ヨシ	7	多年草	HH	オキ	299	多年草	G
クササギ	10	多年草	HH	ヒナタイコブ	298	多年草	H
カササギ	12	多年草	HH	アオツラフジ	297	夏緑草本	N
ヒメアザミ	44	多年草	HH	ヒシバ	293	一年草	Th

Ⅱ軸下位15種				Ⅱ軸上位15種			
種名	Ⅱ軸スコア	生活型	休眠型	種名	Ⅱ軸スコア	生活型	休眠型
狭葉カサ	-237	1~2年草	Th	スマトラノオ	572	多年草	HH
イコウヤナギ	-217	夏緑低木	N	アセビ	557	多年草	HH
ノハ	-188	夏緑低木	N	ミハキ	519	多年草	HH
オオシバ	-141	夏緑低~高木	M	オヘビイチゴ	467	多年草	H
ヤブタバコ	-40	多年草	G	ミスオキ	434	多年草	HH
セキショウ	-11	常緑多年草	HH	クササギ	433	一年草	Th
ノドウ	-6	夏緑草本	M	ヨウシュクサ	427	一年草	Th
ヤムシロ	-2	1~2年草	Th	ウキヤガラ	389	多年草	HH
セイヨウアザミ	2	多年草	G	トウハナ	360	多年草	H
アカヤナギ	18	夏緑高木	MM	チクゴスズメノヒエ	355		
ヤブタバコ	22	2年草	Th	キンシ	353	多年草	H
ウキヤガラ	55	夏緑草本	N	ケイヌビエ	330		
ガマ	56	多年草	HH	ハンショウ	321	多年草	G
オシロイ	61	2年草	Th	ナンハンキセル	316	一年草	Th
カササギ	63	多年草	H	ヒメアザミ	303	多年草	H

また、表-4でⅡ軸スコアの下位15種をみると、ノイバラ、オオタチヤナギ、イヌコリヤナギ、アカメヤナギといった木本種や、ヘクソカズラ、ヤブガラシ、ノブドウといったつる植物が特徴的に見られた。また、記録された被度階級としてはすべてrであったものの、タネツケバナ、ヤエムグラ、ヤブタバコ、コオニタバコといった冬緑性の畑地雑草が見られた。一方、Ⅱ軸スコアの上位15種にはそのような種はみられなかった。

Ⅱ軸スコアの減少に従って、木本種やセイタカアワダチソウなど背の高い種やそれらに絡まって成長するつる植物の被度が増加していくことは、光をめぐる競争が生じ、遷移が進行していくことを表すと考えられる。冬緑性畑地雑草は遷移の進行したプロットに付随的に現れたと思われる。これらの結果から、Ⅱ軸は遷移の進行度、すなわち遷移度¹⁵⁾をあらわす軸であると推定した。

各プロットの遷移度DSを $DS=(\sum(l \times d/n)) \times v$ によって求めた。ただしlは生存年限、dは優占度、nは種数、vは植被率(100%を1とする)である。生存年限は宮脇ほか(1994)¹⁶⁾を参考に休眠型からM、MMは100、Nは50、Ch、H、HH、Gは10、Thの一年草は1、二年草は2とした。優占度には被度階級値を被度範囲の幾何平均値を用いてパーセント被度値に変換した値を用いた⁷⁾。遷移度とⅡ軸スコアについてピアソンの積率相関係数rを求めると、 $r=-0.37$ 、p値は $1.35e^{-6}$ で負の相関があった。

(4) 管理度別植生変化

図-5、図-6、図-7はそれぞれ管理度1、管理度2、管理度3の地点の移動ベクトルを示している。各管理度のベクトル平均のⅠ軸方向の成分およびⅡ軸方向の成分、ベクトル平均の大きさ、平均移動距離を算出し、標準偏差と共に表-5に示した。

管理度1のベクトル平均の大きさは103.40であり、管理度2の20.38、管理度3の10.43を大きく上回っていた。各移動ベクトルの大きさを平均した平均移動距離においても同様の傾向が見られた。また、いずれにおいても管理度2と管理度3での変化の大きさの差は、管理度1との差に比べて顕著に小さかった。変化の大きかった管理度1では、その変化の方向はⅠ軸の正の方向に96.00、Ⅱ軸の負の方向に38.40であった。

5. 考察

(1) ヨシ刈りが植生に与える影響

DCAによって、土壌の乾湿を表すⅠ軸と遷移度を表すⅡ軸による平面上において、各地点での植生変化が移動ベクトルとして表された(図-5、図-6、図-7)。管理度別にDCAの座標上での移動ベクトルを分析したところ、管理度1においてその大きさが特に大きく、その向きはⅠ軸の正の方向、Ⅱ軸の負の方向であった(表-5)。以上のことから、ヨシ群落の管理を全く行わずに放置した場合、管理を多少でも行っている場合に比べて植生が大きく変化することが示された。地点数が少なくばらつきが大きかったため統計的に有意な差とはいえなかったものの、管理度1の地点でヨシの被度が平均して大きな変化を示したこと(表-3)もこの結果を支持している。また、管理度1のベクトル平均の向きを考えると、Ⅰ軸の正の方向への移動は土壌の乾燥化を示し、Ⅱ軸の負の方向への移動は遷移度の増加を示す。このことから、管理度1の地点では遷移度の増加とともに土壌の乾燥化が進んだと考えられた。このことは、陸ヨシ群落におけるヨシ刈りの放棄

表-5 移動ベクトルの大きさと成分の管理度別の平均

○内は標準偏差

管理度	ベクトル平均			平均移動距離
	Ⅰ軸成分	Ⅱ軸成分	大きさ	
管理度1	96.00 (73.15)	-38.40 (56.27)	103.40	118.15 (66.58)
管理度2	-10.82 (30.16)	17.27 (37.38)	20.38	42.55 (27.78)
管理度3	10.42 (31.84)	-0.27 (40.66)	10.43	45.25 (25.50)

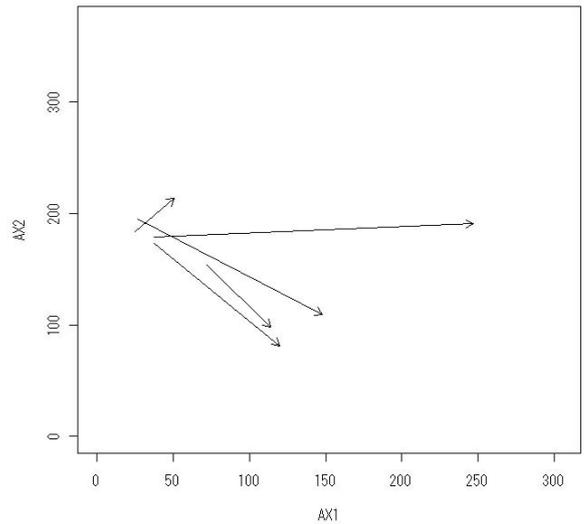


図-5 管理度1の地点の移動ベクトル

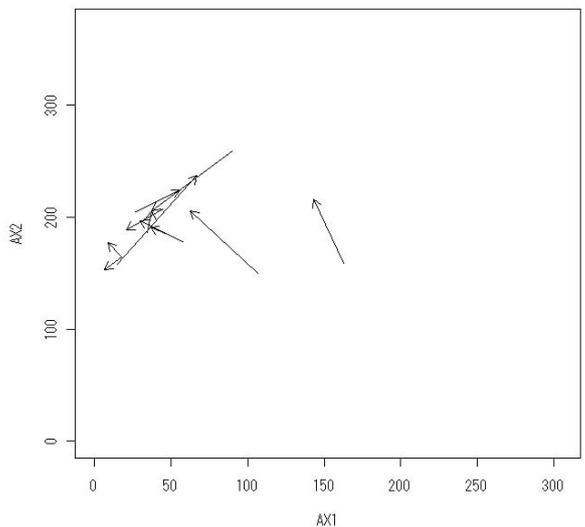


図-6 管理度2の地点の移動ベクトル

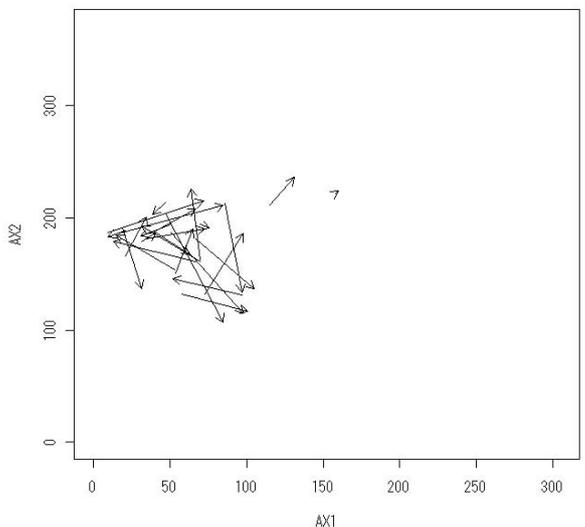


図-7 管理度3の地点の移動ベクトル

が植物遺体の堆積を通して徐々に乾陸化を引き起こすという従来の現場レベルでの認識¹⁾を支持する結果である。

逆に管理度2, 管理度3でベクトル平均の大きさが小さかったことから、ヨシ刈りを行うことによって、土壌の乾燥化や遷移度の増加が抑制され、植生変化が抑えられたと言える。具体的には、遷移度の増加の抑制とは、植生の地上部をすべて刈り取る、あるいは焼き払うことによって、冬季に地上部を枯らさない木本種やそれらに絡まって成長するつる植物の繁茂が進行するのを抑制することであると考えられる。また、土壌の乾燥化の抑制とは、植物遺体の持ち出しや焼き払いによってそれらの堆積による埋積、乾陸化を防ぐことと考えられる。ヨシ刈りの植生維持効果を支える要素としては、以上に挙げたように、冬季における地上部植生の除去、および、地面に積もった植物遺体の除去、の二点が重要であると考えられる。

本研究により、夏季の刈り取りがヨシの衰退と共に埋土種子の発芽による植生の変化を引き起こすという日置ら(2001)⁶⁾による指摘とは対照的に、伝統的な冬季の刈り取りはヨシ群落を維持するのに役立つことがデータにより検証された。

(2) ヨシ群落維持のための効率的な管理方法

DCA平面上での植生変化の比較では、ベクトル平均の大きさにおいても平均移動距離においても、管理度2と管理度3での変化の大きさの差は、管理度1との差に比べて顕著に小さかった(表-5)。すなわち、ヨシ群落の維持効果という側面から見た場合、全く管理を行わないことが大きな負の影響をもたらす一方で、管理頻度の多少の低下による負の影響は小さい。管理度2の地点の管理頻度で最も高いものは4年のうち3年の管理実施であるから、この程度の管理頻度を維持していれば実質的にヨシ群落が衰退することはないと考えられる。

つまり、ヨシ群落の維持のためには、毎年という高頻度ではなくても管理を続けること、言い換えれば、全くヨシ刈りが行われない区域をいかに減らすかということが重要であると考えられる。つまり、限られた労働力できるだけ大面積のヨシ群落を維持するためには、ヨシ生産用の良質なヨシが取れない所ではあえて管理頻度を4年に3年程度に減らし、その分の労働力を管理されていないヨシ群落に回すというような選択肢も考えられる。そのようにして大面積の保全を行うことは、多様な生育環境を担保するため希少植物種の生育にも重要であるとされている⁹⁾¹⁴⁾。ただし、本研究では低頻度出現種を解析から除外したため、管理の粗放化が希少植物種に与える直接の影響については未検討である。

南里ら(2009)¹³⁾は、西の湖のヨシ群落において、刈り取りを行わずに野焼きのみを行うといった粗放的な管理がヨシ産業の衰退を背景に増加していることを指摘した上で、文化的景観の維持のためには粗放的な管理も積極的に取り入れていくことを提案している。しかし、粗放的な管理によって文化的景観の主要な要素であるヨシ群落が維持されるのかどうかまでは言及されていない。本研究の「管理頻度の低下という量の面での粗放化ならば植生維持効果がある」という結果は、南里ら(2009)の文化的景観の保全に向けた提案を補完するものとなる。5(1)に述べた、①冬季における植物の地上部の除去、②地面に積もった植物遺体の除去、という要素は野焼きにも含まれることから、野焼きのみを行うといった質の面での粗放化についても植生維持効果はあると推定される。ただし、それを確実に示すためにはヨシの刈り取りと野焼きを区別してそれぞれが植生にどのような影響を与えるかを考察する必要がある、それは今後の課題である。

(3) 他地域のヨシ群落への応用

本研究においては生態学的、文化的な重要さと伝統的なヨシ産業の残存という点で西の湖に着目したが、ヨシ群落、そしてヨシ刈りやヨシ焼きといった管理行為は全国に見られるものである。

日本が「豊草原の瑞穂の国」と呼ばれていたことからわかるように、ヨシ群落のある水辺景観は日本の原風景となっている。また、希少植物の生育地となっている大阪府の鶴殿のヨシ群落や、多数の鳥類や哺乳類の生育地となっている京都府の向島のヨシ群落など、生態学的な重要性が評価されて保全が図られている例も各地にみられる。本研究の成果は、このような保全が求められる各地のヨシ群落に応用できるものである。地域間の環境の違いなどを考慮する必要はあるとしても、管理頻度をある程度下げてその分の労働力で管理する範囲を広げるという考え方で、より大面積のヨシ群落を維持することが可能になるとと思われる。

補注及び引用文献

- 1) 安土・八幡の文化的景観保存活用委員会 (2006) : 安土・八幡の文化的景観保存活用事業報告書, 93pp
- 2) 藤井伸二 (2003) : 水生生物からみた内湖の生物多様性の解析 : 平成15年度 琵琶湖研究所委託研究報告書
- 3) 藤井伸二 (2005) : 水生生物からみた内湖の生物多様性の解析 : 平成17年度 琵琶湖研究所委託研究報告書
- 4) Hill, M O. (1979a) : DECORANA, a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging : Cornell University
- 5) Hill, M O. (1979b) : TWINSPLAN, a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes : Cornell University, 90pp
- 6) 日置佳之・水谷義昭・太田望洋・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 : ランドスケープ研究 64(5), 565-570
- 7) 星野義延 (1991) : 種多様性算出のための Braun-Blanquet の優占度階級値のパーセント被度地への変換方法 : 環境科学会誌 4 (3) ,193-205
- 8) 気象庁 : 気象統計情報 : <[440](http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrm/view/nml_amd_ym.php?prec_no=60&prec_ch=%8E%A0%89%EA%8C%A7&block_no=0586&block_ch=%91%E5%92%C3&year=&month=&day=&elm=normal&view=>, 2011.5.18 更新, 2012.2.14 参照9) 栗林実 (1999) : 琵琶湖沿岸の植物の現状と保全 : 琵琶湖研究所所報第16号, 78-8510) 嶺田拓也・山中武彦・浜崎健児 (2005) : 生物・社会調査のための統計解析入門 : 調査・研究の現場から (その8) : 農業土木学会誌 73 (3) , 221-22611) 宮脇昭・奥田重俊・藤原陸男 (1994) : 改訂新版日本植生便覧 : 至文堂, 910pp12) 内藤正明・琵琶湖ハンドブック編集委員会 (2007) : 琵琶湖ハンドブック : 琵琶湖ハンドブック編集委員会, 256pp13) 南里美緒・横張真・落合基継 (2009) : 近江八幡の水郷景観におけるヨシ原の変遷とその文化的景観としての保全策 : ランドスケープ研究 72 (5) , 731-73414) 西野麻知子・大野朋子・前中久行・浜端悦治・佐久間維美 (2006) : 土と基礎の生態学 4. 琵琶湖周辺水域の生物多様性と微地形 : 土と基礎 54(12) , 78-8615) 沼田眞 (1977) : 群落の遷移とその機構 : 朝倉書店, 306pp16) 滋賀県琵琶湖環境部自然保全課・システム環境計画コンサルタント株式会社 (2008) : ヨシ群落現存状況調査業務委託報告書 概要版, 32pp17) 山中武彦・浜崎健児・嶺田拓也 (2005) : 生物・社会調査のための統計解析入門 : 調査・研究の現場から (その10) : 農業土木学会誌 73 (4) , 319-324</div><div data-bbox=)