

## 湧水湿地における周辺樹木の生長による湿原面積の縮小と種多様性の変化

Decrease in Wetland Vegetation Area and Species Richness by the Growth of the Surrounding Trees in Hillside Seepage Bogs

福井 聡<sup>\*,\*\*</sup> 栃本 大介<sup>\*\*\*</sup> 吉田 久視子<sup>\*</sup> 武田 義明<sup>\*</sup>

Satoshi FUKUI Daisuke TOCHIMOTO Kumiko YOSHIDA Yoshiaki TAKEDA

**Abstract:** We investigated changes in wetland vegetation area for approximately 35 years (1974–75 to 2010) and richness of the moor species for approximately 15 years (1995–96 to 2010) in hillside seepage bogs in the southern region of Hyogo prefecture. We found that the wetland vegetation area decreased in all the hillside seepage bogs during the 35-year study period. The moor species growing the wetland periphery disappeared in the 15-year study period. Our results indicate that the decrease in wetland vegetation area and the disappearance of the moor species depended on the growth of the surrounding trees. The number of the moor species correlated positively with wetland vegetation area. The results indicated that the decrease in wetland vegetation area in all the hillside seepage bogs influenced the disappearance of the moor species. In the future, decrease in wetland vegetation area by the vegetation succession, may continue to decrease the richness of the moor species in such hillside seepage bogs. The number of moor species on a biggest hillside seepage bog was approximately 50 percent of the total number of the moor species in this region. To conserve the moor species in this region, not only the large hillside seepage bogs but also the groups of hillside seepage bogs need to be conserved.

**Keywords:** hillside seepage bog, wetland vegetation, species richness, moor species, species-area relationship

キーワード：湧水湿地，湿原植生，種多様性，湿原生植物，種数－面積関係

### 1. はじめに

日本の暖温帯（主に東海地方以西）の丘陵地や低山地には、泥炭を伴わない湿原が分布している<sup>1-4</sup>。このような湿原は、恒常的な湧水により涵養される貧栄養な立地に成立するため、湧水湿地と呼ばれる<sup>3,4</sup>。湧水湿地にはイヌノハナヒゲ類（ミカヅキグサ属）やイヌノヒゲ類（ホシクサ属）、ミミカキグサ類（タヌキモ属）などを主な構成種とする特異な低茎草本植物群落が発達している<sup>1,2</sup>。湧水湿地の多くは丘陵地に分布するため開発による消失が急速に進んでいる<sup>3,5</sup>。それに加え、残存している湧水湿地でも、湿原周辺の里山が利用されなくなったことで樹木が生長し樹林が発達したため、湿原植生の被陰や乾燥化が生じ、これが要因となって植生遷移の進行や湿原面積の縮小、湿原生植物の消失が起こっていると指摘されている<sup>3,6,7</sup>。これらのことから、湧水湿地に出現する種の多くは絶滅危惧種に指定されており、その保全は生物多様性保全の観点からも重要な課題となっている。しかしながら、湧水湿地の湿原面積や種多様性の経年変化に関する研究は、個々の湧水湿地での報告がわずかにみられるのみであり<sup>7-9</sup>、広域かつ定量的に湿原面積および種多様性の経年変化とその実態を明らかにした研究はみられない。

そこで本研究では、広域の湧水湿地を対象に、①湧水湿地における湿原面積の約 35 年間の変化および②湧水湿地における湿原生植物の種多様性の約 15 年間の変化を明らかにし、湧水湿地の湿原面積がどの程度減少しているのか、どのような特徴をもった湿原生植物が減少傾向にあるのかについて解析した。また湿原生植物の種多様性と湿原面積の関係を解析し、湿原面積の縮小が湿原生植物の種多様性に与える影響についても検討した。

### 2. 調査地と方法

#### (1) 調査地概要

調査は、兵庫県南部に位置する 25 の湧水湿地で行った（図-1）。本研究では、湧水湿地を「丘陵地および低山地に分布し、泥炭堆

積の存在しない貧栄養な鉍質土壌上に湿原植生が発達する場所」とした。このような立地は主に周辺斜面から滲出する湧水によって涵養されているのが特徴である。兵庫県における湧水湿地が成立する立地は主に以下の 2 つに分類される<sup>11</sup>：①谷部や緩やかな斜面に成立する湧水湿地、②ため池の上流側に成立する湧水湿地。前者は湧水湿地周辺を森林に囲まれているのに対し、後者はため池と接する部分に開放空間が広がっている。本研究では、周辺の樹木の生長に伴う湿原面積および種多様性の変化を検討するため、前者を調査対象とした。調査地近傍の観測所（神戸、三田、福崎、上郡観測所）における 1981 年から 2010 年までの年平均気温は 13.8～16.7℃、年平均降水量は 1216.2～1390.3mm<sup>10</sup>と温暖・小雨を特徴とする瀬戸内式気候下にある。調査地の海拔は 35m～390m、地質は流紋岩類（14 地点）、砂岩・礫岩類（8 地点）、花崗岩類（2 地点）、安山岩類（1 地点）である。各調査地では、イヌノハナヒゲ群集などの低茎草本群落（主に湿原中央部に分布）や低木を伴うオオミズゴケ群落（主に湿原周縁部に分布）などの湿原植生が発達している<sup>11</sup>。本研究では、木本が生育する湿原植生もあわせて湿原範囲とした。地点 T を除く 24 の湧水湿地が、貴重な湿原植生が成立しているとして兵庫県版レッドデータブック（植物群落）<sup>12</sup>に記載されている。

#### (2) 調査方法

各調査地における湿原植生の面積（以下、湿原面積）は、1974

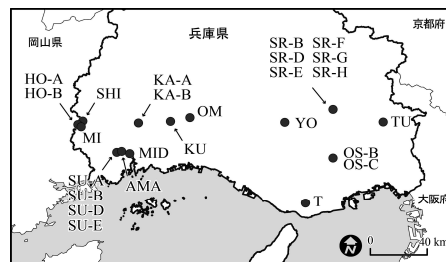


図-1 調査地の位置

\*神戸大学大学院人間発達環境学研究所

\*\*株式会社社里と水辺研究所

\*\*\*財団法人ひょうご環境創造協会



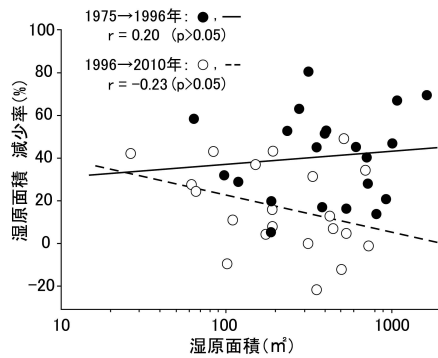


図-2 湿原面積の減少率と湿原面積（対数）の関係

水湿地の種多様性を把握する上で重要である湿原生植物の有無を重点的に確認し、その他の種は補足的に記録した。なお 1995、96 年の調査データはすべて著者らのオリジナルデータである。

### (3) 解析方法

調査対象地とした湧水湿地の湿原面積の増減を把握するため、各調査年間の湿原面積の減少率（面積減少率）を求めた。湿原面積の規模により面積減少率に差があるのかを明らかにするため、2010 年に確認された湧水湿地を対象に、1975 年から 1996 年の面積減少率と 1975 年の湿原面積、ならびに 1996 年から 2010 年の面積減少率と 1996 年の湿原面積との関係を単回帰分析により解析した。その際、面積減少率を従属変数、湿原面積の対数値を独立変数とした。

現地踏査で確認された湿原生植物の目録を作成し、湿原生植物の生育立地（主にイヌノハナヒゲ群集など湿原中央部に分布する群落に出現する種群；以下、湿原中央部に出現する種、主にオオミズゴケ群落など湿原周縁部に分布する群落に出現する種群；湿原周縁部に出現する種、両方に出現する種群；両立地に出現する種）、ならびに生活形（一年草と多年草）を区分した。なお生育立地区分は、既往研究<sup>1-3,13)</sup> および現地踏査時の生育環境から判定した。湿原生植物の確認地点数の増減傾向を明らかにするため、各調査地における 1996 年と 2010 年の湿原生植物の確認状況を示した一覧表を作成した。

湿原生植物の出現種数と湿原面積との関係を明らかにするため、2010 年に確認された湧水湿地を対象に、湿原生植物の出現種数を従属変数、湿原面積の対数値を独立変数とする単回帰分析をおこなった。同様に、湿原生植物の生育立地区別の出現種数と湿原面積の対数値との関係も解析した。なお単回帰分析には SPSS19.0（日本 IBM 株式会社）を使用した。

## 3. 結果

### (1) 湿原面積の経年変化

1975 年に確認された 25 地点の湧水湿地は、1996 年にはすべて確認できたが、2010 年には 4 地点が土地の改変により破壊され、消滅していた（表-1）。また、すべての調査地において、2010 年の湿原面積は 1975 年のそれより減少した。1975 年から 2010 年の面積変化に着目すると、21 地点中 13 地点（62%）で半減以上、最大で 86% の減少率を示す地点も認められた。1996 年と 2010 年の湿原面積を比較すると、17 地点（81%）で減少が認められた。一方で 2010 年の湿原面積が若干増加している地点や変化がない地点が 4 地点（19%）認められた。

1975 年から 1996 年の面積減少率と 1975 年の湿原面積、および 1996 年から 2010 年の面積減少率と 1996 年の湿原面積との関係を解析した結果、相関係数は 0.20 ( $p>0.05$ ) および -0.23 ( $p>0.05$ ) であり、いずれも有意な相関は認められなかった（図-2）。1975 年から 1996 年の面積減少率は、ばらつきがあるものの、湿原面積にかかわらず全体的に高かった。1996 年から 2010 年の面積減少率は、湿原面積がおよそ 100 m<sup>2</sup> 以下で高くなっており、100 m<sup>2</sup> 以上ではばらつきが大きかった。

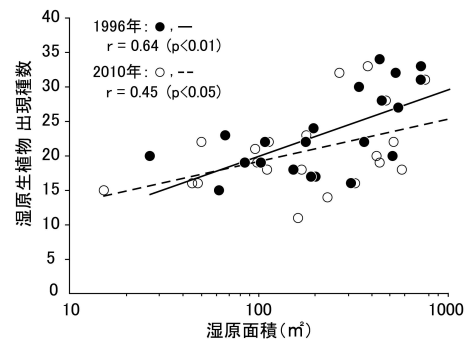


図-3 湿原生植物の出現種数と湿原面積（対数）の関係

表-2 湿原生植物の生育立地区別出現種数と湿原面積の関係

		全種	中央部	周縁部	両立地
1996年面積 (対数値)	切片	0.63	-0.51	-0.97	2.11
	傾き	9.71	6.24	2.25	1.22
	相関係数	0.73	0.69	0.52	0.42
	P	<0.01	<0.01	0.01	0.06
2010年面積 (対数値)	切片	6.65	0.73	0.67	5.25
	傾き	6.28	5.52	0.93	-0.17
	相関係数	0.49	0.48	0.42	0.12
	P	0.02	0.03	0.05	0.62

中央部：湿原中央部に出現する種、周縁部：湿原周縁部に出現する種、両立地：両立地に出現する種を示す。

### (2) 湿原生植物の出現状況の経年変化

1996 年および 2010 年の調査で、59 種の湿原生植物が確認された（表-1）。生育立地区別の確認種数は、湿原中央部に出現する種が 37 種、湿原周縁部に出現する種が 13 種、両立地に出現する種が 9 種であった。生活形別では、一年草が 11 種、多年草が 48 種であった。1996 年と 2010 年に湿原面積が最大であった地点（SR-B）での両調査年の総確認種数は 33 種であった。

2010 年に確認された 21 地点の湧水湿地のうち、湿原生植物の出現種数が減少したのは 14 地点、増加したのは 4 地点、変化がなかったのは 3 地点であり（表-1）、本研究の調査地域全体としては、湿原生植物の種多様性は減少傾向にあった。

各調査地における湿原生植物の出現状況は、サワヒヨドリなど湿原周縁部に出現する種で減少傾向が顕著であり、この種群の出現種数は、21 地点中 15 地点で減少していた（表-1）。また、同種群の減少は兵庫県南西部でより顕著であった。湿原中央部に出現する種でも、モウセンゴケなど減少傾向を示すものが認められ、この種群の出現種数は 9 地点で減少していた。増加傾向にある種としては、アオコウガイゼキショウ、コケオトギリなどが顕著であった。2010 年に確認できなかった種（破壊された 4 地点を含む）はコシンジュガヤ、オニスゲなど 11 種だったのに対し、2010 年のみ確認されたのはミカワシンジュガヤの 1 種のみであった。

### (3) 湿原生植物の出現種数と湿原面積の関係

各調査地における 1996 年および 2010 年の湿原生植物の出現種数と湿原面積との関係を解析した結果、1996 年および 2010 年における相関係数は、それぞれ 0.64 ( $p<0.01$ ) および 0.45 ( $p<0.05$ ) であった。（図-3）。また、1996 年および 2010 年の生育立地区別の出現種数と湿原面積との関係は、2010 年の両立地に出現する種と湿原面積との組み合わせを除いて、すべてで相関係数が 0.4 以上となり、正の相関が認められた（表-2）。相関係数は、1996 年よりも 2010 年の方が小さくなる傾向があった。

## 4. 考察

2010 年に確認された 21 地点の湧水湿地において、1975 年の湿原面積よりも減少していることが明らかとなった（表-1）。西本<sup>14)</sup> は、空中写真の判読により、湿原面積縮小の要因が湿原周辺の樹木の生長に伴う湿原植生の樹陰であることを報告している。

本研究の調査地においても、1970年代と2000年代の空中写真を比較すると、明らかに湧水湿地周辺の樹木が生長していることが確認できた。湿原植生を構成する種は十分な日照が必要であることから<sup>15)</sup>、湧水湿地周辺の樹木の被陰により日照条件が悪化することで湿原植生が衰退し、湿原面積が縮小したと考えられる。また面積減少率は調査地によりばらつきが大きく、湿原面積との相関は認められなかったことから(図-2)、湿原面積のほか日照条件に關与する、湧水湿地の形状や発達する方角などが面積減少率に寄与している可能性が推測される。ただし小面積の湧水湿地においては高い減少率のもののみが確認されたことから、周辺樹木による被陰は小面積な湧水湿地ほど、周縁部のみならず湿原全体に及ぶため、湿原植生への影響が大きくなる可能性が考えられる。

湿原植物の出現種数と湿原面積については正の相関が認められたこと(図-3)、湿原植物の生育立地区別(湿原中央部に出現する種および湿原周縁部に出現する種)の出現種数と湿原面積についても正の相関が認められたことから(表-2)、湿原面積が湿原植物の種多様性を規定する要因の一つであると考えられる。つまり、すべての湧水湿地で確認された周辺樹木の被陰による湿原面積の縮小が、湿原中央部に出現する種と湿原周縁部に出現する種の両方の種多様性の減少に影響していると考えられる。実際に、ほとんどの調査地で湿原面積が縮小した1996年から2010年の15年間に、2種群の湿原植物の種多様性は減少傾向にあることが明らかとなったことから(表-1)、今後、湧水湿地周辺の樹木を放置し、遷移の進行による湿原面積の縮小が進むと、湿原植物の種多様性はさらに減少していくと考えられる。なお、周辺樹木の生長に伴う乾燥化も、湿原面積の縮小ならびに湿原植物の種多様性の減少の要因として指摘されているが<sup>3,6)</sup>、2010年の現地踏査時に全ての調査地で湧水が確認できたことから、湧水湿地内の水分条件は大きく変化しておらず、乾燥化が与えた影響は少ないと考えられる。

15年間で減少が顕著であった湿原植物として、サワヒヨドリやサワギキョウなどの湿原周縁部に出現する種があげられる(表-1)。樹木による被陰は湧水湿地の周辺から起こるため、湿原周縁部に出現する種の生育適地は特に影響を受けやすく、生育適地の減少もたいへん大きいと推測される。このことが顕著な減少につながったと考えられる。

2010年に確認地点数が増加した種として、栄養繁殖をおこなうアオコウガイゼキショウやハリコウガイゼキショウ、一年草であるコケオトギリなどがあげられる。これらは新規裸地など遷移初期の立地に定着することが知られている<sup>16,17)</sup>。新規裸地は、周辺からの土砂の流入や大型ほ乳類による攪乱<sup>10)</sup>により生じると考えられる。上記の種が増加した要因は本研究からは不明であり、この点について今後検討していく必要がある。

湿原植物の種多様性の減少に寄与する要因として、ニホンジカ(以下、シカ)による湿原植物の採食による影響があげられる<sup>18)</sup>。本研究の調査地のうち、兵庫県南西部はシカの生育密度が高い場所である<sup>19)</sup>。1996年から2010年の15年間で、湿原周縁部に出現する種が兵庫県南西部でより顕著に消失していることから、すでに採食による影響がおよんでいる可能性も考えられる。今後、湧水湿地の湿原植生や湿原植物に与えるシカの影響について、明らかにしていく必要がある。

本研究の調査地において、湿原面積が最大であった湧水湿地での湿原植物の確認種数は33種であり、総確認種数59種の5割程度であったことから(表-1)、本地域の湿原植物の種多様性は、単一の湧水湿地ではなく、複数の湧水湿地が存在することで担保されていると考えられる。また小池ほか<sup>4)</sup>は、湿原植物であるミミカキグサ類が、湧水湿地の密度が高い場所で出現頻度が高くなることを報告し、湿原植物の地域個体群の維持には、地

域内の湧水湿地の密度が重要であることを指摘している。これらから、各湧水湿地における湿原植物の種多様性を決定する要因として、湿原面積以外に、地域内の湧水湿地の密度も影響していると考えられる。したがって、湿原植物の種多様性保全にあたっては、地域の湧水湿地群全体を保全することが重要であると考えられる。

## 5. おわりに

広域の湧水湿地を調査した結果、すべての湧水湿地において湿原面積の縮小が認められた。今後さらなる湿原面積の縮小やそれに伴う樹木の被陰範囲の増加によって遷移が進行し、湿原植物の種多様性は減少していくと推測される。ある湧水湿地で構成種が欠落しても、新たに湧水湿地が発生すれば、その代替地として機能すると考えられるが、新たな湧水湿地が発生したという報告はなく、湿原植物の種多様性の保全には、現存する湧水湿地を維持していくことが非常に重要であると考えられる。多くの湿原植物が欠落したような、遷移の進行した段階で保全管理を実施したとしても、すべての種が復元される可能性は低いことから<sup>20)</sup>、湿原植物の種多様性の保全に向け、周辺部の樹木の皆伐など<sup>7)</sup>、積極的な植生管理による光環境改善が急務であると考えられる。とりわけ、小規模な湧水湿地で縮小が顕著であることから、これらの保全管理を実施していくことが、地域の湧水湿地群を保全していく上で喫緊の課題であると考えられる。

## 謝辞

本研究をまとめるにあたり、(株)里と水辺研究所には様々な形で多数のご支援を賜りました。神戸大学大学院生の内田圭氏には有益なご指摘を賜りました。この場を借りてお礼申し上げます。

## 引用文献

- Hada, Y. (1984) : Phytosociological Studies on the Moor Vegetation in the Chugoku District, S.W. Honshu, Japan : Bulletin of the Hiruzen Research Institute, Okayama University of Science 10, 73-110
- 瀬沼賢一 (1998) : 美濃—三河地域の低湿地植生 : 植生学会誌 15(1), 47-59
- 芹沢俊介 (1992) : 愛知県及び岐阜県東濃地方の丘陵・低山地における湿地性植物の現状 : 愛知教育大学植物標本室報告 No.1, 愛知教育大学生物学教室, 166pp
- 小池文人・榎本哲也・島田直明 (2003) : 東北地方南部の湧水湿地群におけるミミカキグサとホザキノミミカキグサのメタ個体群 : 保全生態学研究 8, 43-49
- 服部 保・南山典子・石田弘明・橋本佳延・小館智治・鈴木武 (2006) : 武庫川流域に残る2つの湿原 : 武庫川散歩 人と自然特別号2, 兵庫県立人と自然の博物館, 53-60
- 菊池多賀夫・植田邦彦・後藤隆治・佐藤徳次・高橋弘・高山晴夫・中西正・成瀬亮司・浜島繁隆 (1991) : 周伊勢湾要素植物群の自然保護 : (財)世界自然保護基金日本委員会, 28pp
- 福井 聡・武田義明・赤松弘治・浅見佳世・田村和也・服部 保・柄本大介 (2011) : 兵庫県丸山湿原における湧水湿地の保全を目的とした植生管理による湿原面積と種多様性の変化 : ランドスケープ研究 74(5), 487-490
- 中西 正 (2006) : 黒河湿地植物群落 植生調査報告書II : 愛知県田原市教育委員会, 65pp
- 中西 正 (2010) : 葦毛湿原調査報告書V : 豊橋市教育委員会, 54pp
- 気象庁 : 過去の気象データ検索 : <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, 2011年9月確認
- 吉田久視子 (1998) : 兵庫県南部地域における低湿地性植物の群落・種・遺伝子多様性保全に関する生態学的研究 : 神戸大学大学院総合人間科学研究科 修士論文
- 兵庫県農政環境部環境創造局自然環境課 (2010) : 兵庫の貴重な自然 兵庫県版レッドデータブック2010(植物・動物群落) : (財)国土法人ひょうご環境創造協会, 205pp
- 宮脇 昭・奥田重俊・望月睦夫 (1994) : 改訂新版日本植生便覧 : 至文堂, 910pp
- 西本 孝 (2008) : 岡山県備前山地域の湿原の40年間の植生変遷—内海谷湿原, 下内海谷湿原, 蛇ヶ川湿原, 東湿原— : 岡山県自然保護センター報告 14, 15-69
- 波田善夫・西本 孝・光本信治 (1995) : 岡山県自然保護センター湿性植物園 1. 基盤地形の造成と植生移植の方法 : 岡山県自然保護センター研究報告 3, 41-56
- 西本 孝・波田善夫 (2000) : 岡山県自然保護センター湿性植物園の植生 4. 移植後9年目の植生 : 岡山県自然保護センター研究報告 8, 11-24
- 波田善夫 (2005) : 湿原植生のモニタリング : 植物群落モニタリングのすすめ (財)日本自然保護協会編, 268-273
- 辻野 亮・松井 淳・丑丸敦史・瀬尾明弘・川瀬大樹・内橋西妙・鈴木健司・高橋淳子・湯本貴和・竹門康弘 (2007) : 深尾池湿原へのニホンジカの侵入と植生に対する採食圧 : 保全生態学研究 12(1), 20-27
- 兵庫県 (2010) : 第3期シカ保護管理計画(第2次変更) : 兵庫県農政環境部環境創造局自然環境課, 27pp
- 沼田 真 (1991) : 天然記念物「成東・東金食虫植物群落」保護増殖事業(植生回復事業)に関する報告書 : 成東市教育委員会, 98pp, 1-16