耕作放棄水田における水位が植生構造に及ぼす影響

肥後睦輝・井戸里奈・佐藤ちひろ

（2010年6月30日受理）

Effects of the water level on the vegetation structure in the abandoned paddy field

Mutsuki HIGO, Rina IDO and Chihiro SATO

摘要

岐阜市大洞の耕作放棄水田には湿地性植物が生育し、その中には希少価値の高い植物も含まれている。しかし、乾燥化が進行した部分には外来種が侵入している。本研究の目的は、大洞の耕作放棄水田の植生構造と種組成に及ぼす水位や光環境の影響を明らかにすることである。野外調査は、岐阜市大洞にある耕作放棄水田に設定した2本の調査線に沿って設けた調査区（0.5m×0.5m）で行った。各調査区で植被率、出現した全ての植物種の種名、種ごとの被度、光環境（樹冠下と開放下を区別）を記録し、水位を測った。耕作放棄水田において水位が上昇すると、植被率、合計被度、そして種数は減少する傾向が認められた。種の出現パターンも水位の影響を受けていた。水位の高い部分で優占していたのがウキクサ、コナギ、ハス、クサネムなどで、水位が低い部分で生育していたのがジャノヒゲ、ヤイトバナ、アキノウナギツカミなどであった。今回の結果から、放棄水田における水位の異なる多様な生育環境の存在が、種多様性の維持に大きな役割を果たしていることが明らかになった。一方で水位が植生構造を規定していることから、耕作放棄水田における湿地再生事業を実施するうえで水文環境の管理が最も重要であることが示唆された。

Abstract

A variety of wetland plant species including valuable rare species grow on the abandoned paddy field. Exotic species invaded more dried sites of the abandoned paddy field. We tried to clear the effect of hydrological condition on the structure and the species composition of the vegetation restored on the abandoned paddy field. We conducted the field survey by using the quadrate (0.5m×0.5m) set along two lines located in the abandoned paddy field. In each quadrate, vegetation cover, the coverage of all species occurred and water level (distance from water surface to the ground surface) were measured. Also light condition (shaded or open) was recorded. In the abandoned paddy field, the vegetation cover, the total coverage and the number of species were negatively correlated with water level. Also the pattern of occurrence of species were affected by the water level. *Spirodela plyrhiza, Monochoria vaginalis, Nelumbo nucifera* Gaertn, *Aeschynomene indica* grew mainly in quadrates with higher water level, while *Ophiopogon japonicus, Paederia scandens* Meriill, and *Persicaria sieboldi* grew in quadrates with lower water level and more xeric comdition. These results indicate that heterogeneous hydrological environment may play an important role in the maintenance of species diversity in the abandoned paddy field. It is also suggested that we must consider the management of hydrological condition to restore the wetland vegetation in the abandoned paddy field.

Ⅰ．はじめに

大洞の耕作放棄水田には、湿地性植物が生育し、中には希少価値の高い植物も含まれている。しかし、乾燥化が進行した部分には外来種が侵入している。このように耕作放棄水田は水生植物の生育地となる可能性もあるが、放棄後の管理によって

は遷移が進行し水生植物が消滅する場合もある（大窪 1999）。耕作放棄水田とは、減反政策などによって耕作が放棄された水田である。近年では農業従事者の高齢化・後継者不足・農作物の価格低迷などが原因となって、更に耕作放棄された水田が増加している。

耕作放棄水田や休耕田では一年生植物から多年生植物、さらに木本植物へと二次遷移が進行する（箱山ほか 1977、松村ほか 1988）。またセイタカアワダチソウなどが優占する場合もある。このような二次遷移過程における種の出現パターンは土壌の水分状態に左右され、乾燥立地では非湿地性植物が、湿性立地では湿地性植物が優占する（箱山ほか 1977、松村ほか 1988）。大塚ほか（2004）は水稲耕作の放棄により、谷戸田の群落を構成する種の数が減ることを指摘している。田起しが行われないため植生の更新がなく荒地化し、種の多様性も失われるのである。しかし、耕作放棄水田には多様な埋土種子集団が存在し、田起こしなどの人為的撹乱を行うことによって多様な植生が成立する（中本ほか 2000）。また、水位によって生育する植物種が異なる（Yabe and Onimaru1997、Tsuyuzaki et al. 2004）ために、多様な水分環境が多様な植生をもたらすと考えられる。

本研究の目的は、大洞の耕作放棄水田において水分環境が再生植生の構造に及ぼす影響を明らかにすることである。特に水位による植生構造の違いを調べることで、今後の大洞の耕作放棄水田の保全対策の手掛かりとしたい。

II. 方法

野外調査は、岐阜市大洞にある耕作放棄水田で行った。大洞は岐阜市の東、関市と各務原市との境界に位置している。年平均気温 16.2℃、年間降水量 1733.6mm、暖かさの指数 135.2（WI）である。（2000 年～2009 年平均，岐阜地方気象台 HP http://www.jma-net.go.jp/gifu/内の「観測統計情報」，2010.1 参照）。大洞地区は高度経済成長期の 1965 年から岐阜市のベッドタウンとして宅地化が進んだが、現在でも岐阜市指定天然記念物大洞シデコブシ群落に代表される豊かな自然が残された地域である。地形的には低標高（標高 300m 以下）の丘陵地の間に谷が入り込んだ谷津が発達している。丘陵地には、コナラ、アカマツを優占種とする二次林およびヒノキ、スギの植林地が見られる。谷津には休耕田あるいは耕作放棄水田となった水田がある。

調査を行った耕作放棄水田（以下、蓮田とする）は大洞地区の東部に位置しており、面積約 4000m^2 で、周囲の森林はコナラ林、アカマツ林、ヒノキ植林地である。蓮田は昭和 40 年代に減反政策が本格化し耕作放棄され、現在はハス、ガマ、コナギ、タウコギといった湿地性植物やセイタカワダチソウ、アメリカセンダングサなどの外来植物が生育している。また蓮田の上流側 1/3 は侵入したマルバヤナギや周辺二次林のコナラの樹冠により被われていた。蓮田は周辺の森林からの湧水で涵養されているため、全体的に土壌は過湿状態になっており、部分的には水位が 20cm 程度にも達していた。

2008 年に南側の谷に長さ約 40m の調査線（2008 調査ライン）を、2009 年に北側の谷に長さ約 100m の調査線（2009 調査ライン）を設置して調査を行った（図 1）。調査線に沿って 2m ごとに調査地点を設け、それぞれの調査地点で調査線の両側に調査区（50cm×50cm）を設けた。調査区の数は、2008 年は 57 箇所、2009 年は 104 箇所であった。さらに 2009 年は下流部（以下、冠水区とする）において 2009 年調査ラインに直交する調査線上にランダムに 24 箇所の調査区を設置した。各調査区では植被率、出現した全ての植物種の種名、および種ごとの被度を記録し、水位を測った。水位は地表面と水面の間の距離を測定した。また、上空に樹木などの遮るものがなく光が十分に当たる調査区を開放区（2008 年開放区と 2009 年開放区とする）、マルバヤナギやコナラの樹冠に被われた調査区を樹冠下区（2009 年樹冠下区とする）とした。

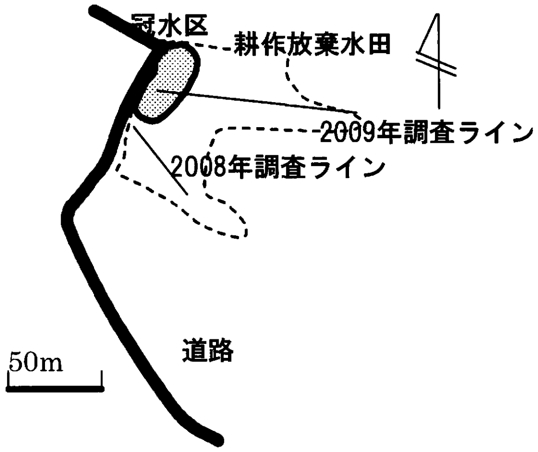

図１.　調査区の位置図
点線に囲まれた部分が耕作放棄水田、そして網掛け部分は停滞水の存在する冠水区である。細い実線が調査ラインである。

Ⅲ. 結果

図4に水位と植被率の関係、図5に水位と合計被度、図6に水位と種数の関係を示した。

2008年開放区について、水位と植被率、水位と種数、水位と合計被度の間には有意な負の相関が認められた（植被率：r=-0.367、p=0.0046、合計被度：r=-0.562、p<0.0001、種数：r=-0.445、p=0.0005）。また、2009年開放区についても、水位と植被率、水位と種数、水位と合計被度の間には有意な相関が認められた（植被率：r=-0.808、p<0.0001、合計被度：r=-0.704，p<0.0001、種数：r=-0.653、p<0.0001）。2009年樹冠下区については、水位と植被率、水位と種数、水位と合計被度のどの関係においても明瞭な関係はみられなかった。

表1に2008年開放区、2009年開放区、そして2009年樹冠下区の種組成を示した。2008年開放区、2009年開放区、そして2009年樹冠下区で出現した種は、それぞれ41種、34種、26種であった。

2008年の開放区で出現頻度が15%以上であった種は、チゴザサ、ハス、ウキクサ、ヤノネグサ、アキノウナギツカミ、クサネム、キセルアザミ、ヤイトバナ、アメリカセンダングサ、ガマ、コナギ、オモダカ、タウコギであった。2009年の開放区で出現頻度が10%以上であった種は、チゴザサ、ヤノネグサ、アカバナ、ミゾソバ、スギナ、ガマ、クサネム、セリ、スイカズラ、コナギ、ヌマトラノオ、フジ、コブナグサ、アキノウナギツカミ、イであった。2009年の樹冠下区で出現頻度が10%以上であった種は、ミゾソバ、ヤイトバナ、ジャノヒゲ、チゴザサ、オニスゲ、ベニシダ、チヂミザサ、フジ、テイカカズラ、セリ、ミズギボボウシ、ヤノネグサ、ヌマトラノオであった。木本植物はスイカズラ・ヤマウルシ・イヌツゲ・ノイバラなどが生育していた。2008年開放区、2009年開放区、2009年樹冠下区で出現した木本の種数は、それぞれ3種、5種、10種であった。

2008年開放区と2009年開放区で共通して出現した種は34種、2008年開放区にだけ出現した種は21種、そして2009年開放区にだけ出現した種は28種であった。また、2009年開放区と2009年

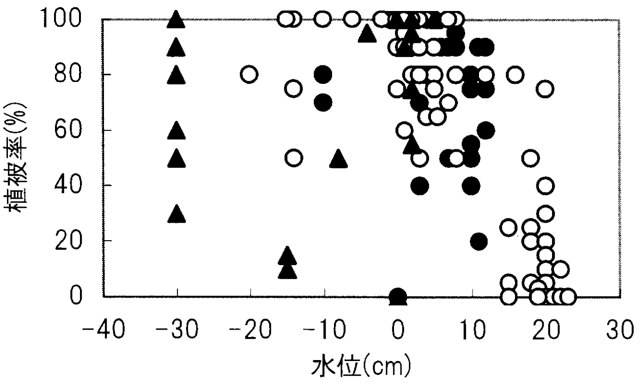

図2. 各調査区における水位と植被率の関係
白丸が 2008 年開放区、黒丸が 2009 年開放区、黒三角が 2009 年樹冠下区を示す。

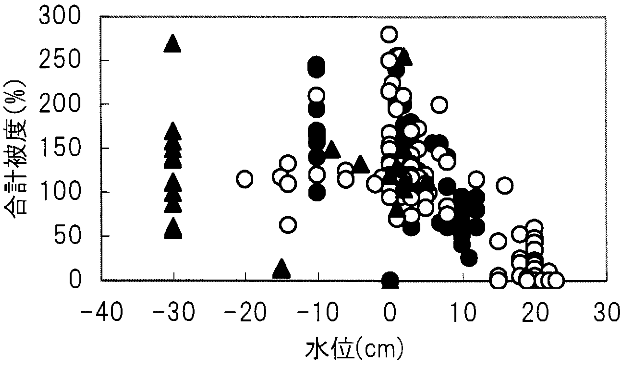

図3. 各調査区における水位と合計被度の関係
凡例は図2を参照。

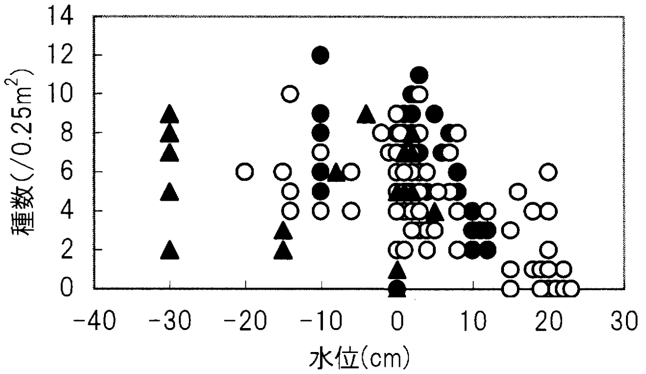

図4. 各調査区における水位と種数の関係
凡例は図2を参照。

表1　2008年開放区、2009年開放区、2009年樹冠下区における種ごとの出現頻度
いずれかの調査区で5%以上の出現頻度を示した種を対象とした。

	出現頻度(%)		
種名	2008 開放区	2009 開放区	2009 樹冠下区
チゴザサ	59.7	60.6	26.5
ヤノネグサ	29.8	45.7	11.8
クサネム	24.6	20.2	
アカバナ	1.8	38.3	5.9
ガマ	17.5	21.3	2.9
スギナ	10.5	27.7	8.8
アキノウナギツカミ	26.3	10.6	2.9
ハス	33.3	3.2	
ウキクサ	33.3	3.2	
コナギ	17.5	14.9	
ミゾソバ	1.8	28.7	35.3
オニスゲ	8.8	20.2	23.5
セリ	10.5	16.0	14.7
ヤイトバナ	21.1	5.3	35.3
アメリカセンダングサ	19.3	5.3	5.9
キセルアザミ	24.6		
ヌマトラノオ	10.5	13.8	11.8
タウコギ	15.8	8.5	
スイカズラ	7.0	16.0	8.8
イボクサ	12.3	9.6	
コブナグサ	8.8	11.7	
オモダカ	17.5	2.1	
イ	5.3	10.6	
ホタルイ	12.3	2.1	
フジ		13.8	17.7
ミヤコイバラ	12.3		
セイタカワダチソウ	1.8	9.6	
アギスミレ	10.5		2.9
ハリイ	10.5	3.2	
ミゾコウジュ		8.5	
タイヌビエ	7.0	1.1	
タガラシ		7.5	
サワヒヨドリ	7.0		
ベニシダ	7.0		23.5
シカクイ	5.3	1.1	
チガヤ	5.3		
ツボクサ	5.3		
ミズギボウシ	3.5		14.7
ノイバラ		2.1	5.9
チヂミザサ	1.8		20.6
キツネノマゴ	1.8		5.9
ジャノヒゲ			35.3
テイカカズラ			17.7
コナラ			8.8
オオキジノシダ			5.9
シラツゲ			5.9

樹冠下区で共通して出現した種は19種、開放区にだけ出現した種は24種、そして樹冠下区にだけ出現した種は19種であった。

図5に主な種について水位と被度の関係を示した。ハスとコナギは水位が0cm以上の調査で出現し、被度も水位が5cm～20cmの調査区で高かった。このような出現パターンを示した種としてタウコギ、ウキクサ、クサネム、オモダカ、ヤノネグサがあった。ガマ、キセルアザミは水位0cmが前後の調査区に出現し、被度も水位が0cm前後の調査区で高かった。アメリカセンダングサが同じような出現パターンを示した。ヌマトラノオ、アキノウナギツカミは水位が5cm以下の調査区に出現し、被度は水位が0cm～-15cmの調査区で高かった。オニスゲ、スイカズラ、セリ、フジ、ヤイトバナ、ミゾソバ、アカバナ、スギナが同じような出現パターンを示した。チゴザサは水位が20cm～-20cmの調査区で出現し、被度は水位が0cm付近の調査区で高かった。ジャノヒゲは水位が-30cmの調査区でしか出現しなかった。

図6に2008年調査区における出現調査区の水位の平均値を主な種について示した。出現した調査区の平均水位がもっとも低かったのはヤイトバナ(-3.8cm)で、もっとも高かったのはウキクサ(-9.5cm)であった。出現した調査区の平均水位がマイナスだったのは、ヤイトバナ(-3.8cm)、アキノウナギツカミ(-1.2cm)で、調査区の平均水位がプラスだったのはハス(9.3cm)、コナギ(8.2cm)などであった。図7に2009年調査区における種ごとの出現調査区の水位の平均値を示した。出現した調査区の平均水位がもっとも低かったのはジャノヒゲ(-30cm)で、もっとも高かったのはコナギ(19.1cm)であった。出現した調査区の平均水位がマイナスだったのはヤイトバナ(-10.5cm)、フジ(-5.4cm)などで、調査区の平均水位がプラスだったのはチゴザサ(5.6cm)、クサネム(9.3cm)などであった。

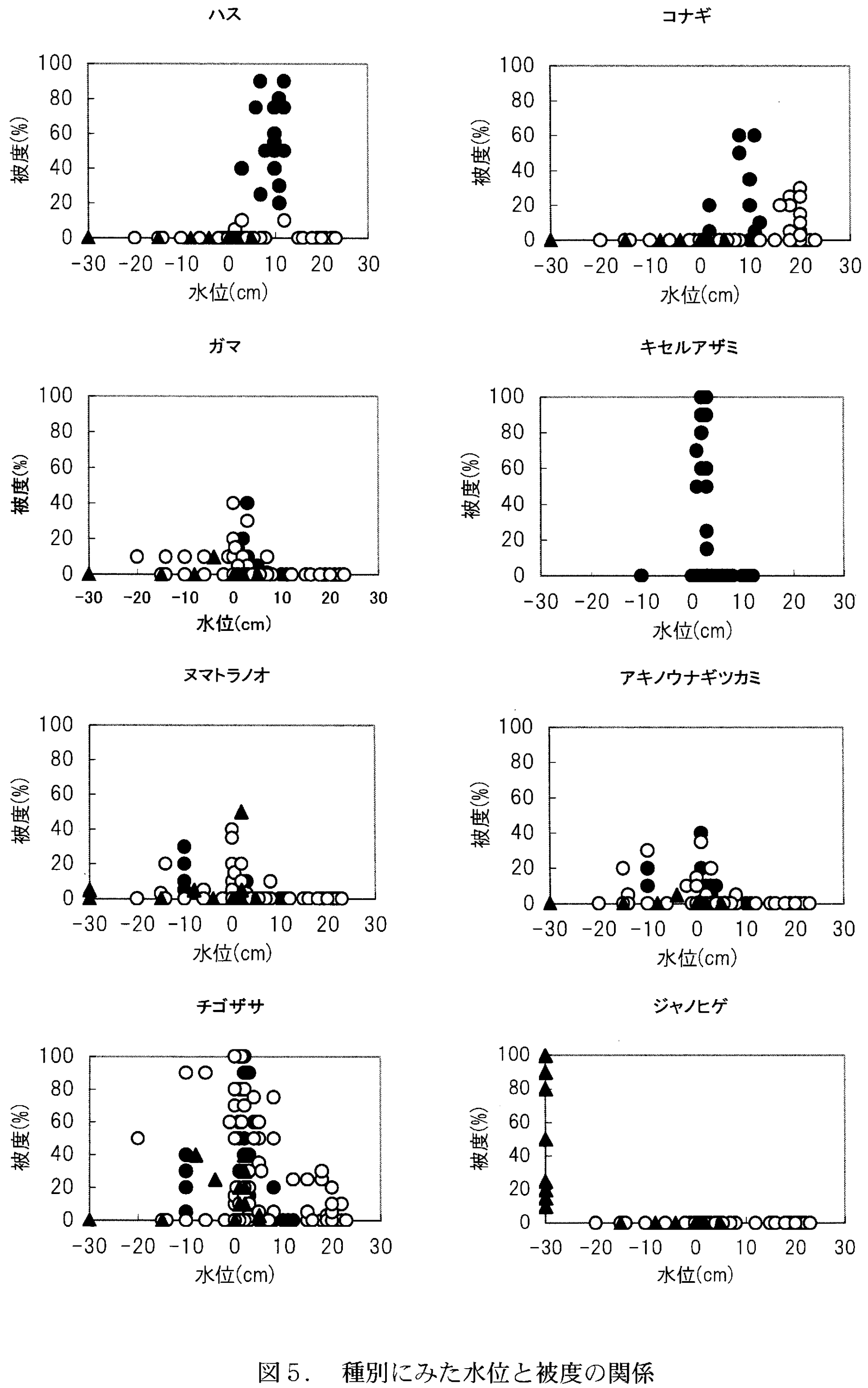

図５． 種別にみた水位と被度の関係
凡例は図２を参照。

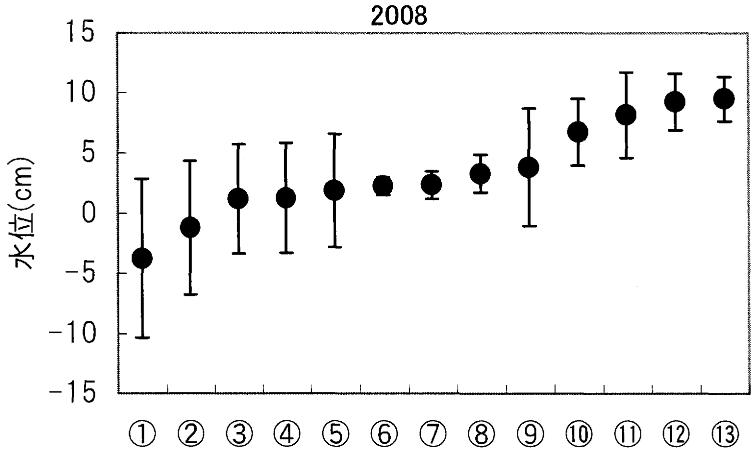

図6．2008年調査区における種ごとにみた出現調査区の水位の平均値

出現頻度が15％以上の種だけを対象として、値は平均値±標準偏差で示した。①：ヤイトバナ、②：アキノウナギツカミ、③：チゴザサ、④：ヤノネグサ、⑤：オモダカ、⑥：キセルアザミ、⑦：アメリカセンダングサ、⑧：ガマ、⑨：クサネム、⑩：タウコギ、⑪：コナギ、⑫：ハス、⑬：ウキクサ

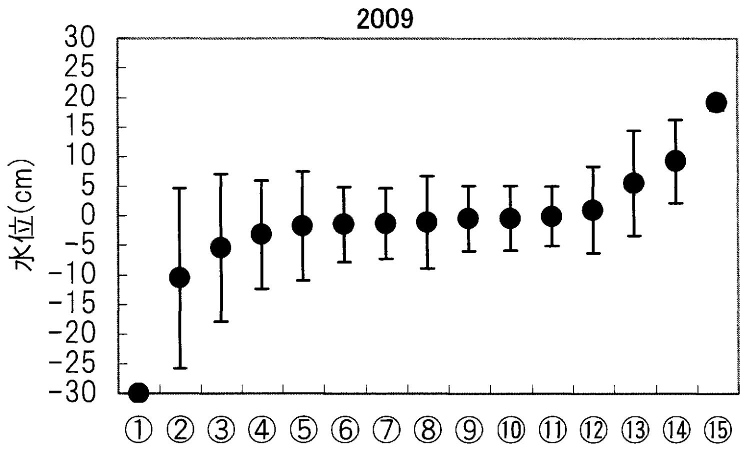

図7．2009年調査区における種ごとにみた出現調査区の水位の平均値

出現頻度が10％以上の種だけを対象をして、値は平均値±標準偏差で示した。①：ヒメヤブラン、②：ヤイトバナ、③：フジ、④：ヌマトラノオ、⑤：スイカズラ、⑥：ガマ、⑦：アカバナ、⑧：セリ、⑨：オニスゲ、⑩：ミゾソバ、⑪：スギナ、⑫：ヤノネグサ、⑬：チゴザサ、⑭：クサネム、⑮：コナギ

Ⅳ. 考察

2009年樹冠下区においては水位と植被率、水位と合計被度、水位と種数の間にあまり明瞭な関係がみられなかった。2008年開放区、2009年開放区では水位と植被率、水位と合計被度、水位と種数の間に有意な負の相関が認められ、水位が植生構造に負の影響を与えていることが明らかになった。一般に発芽するには酸素を必要とするが、冠水状態にあると酸素が不足し、発芽が抑制される（濱田ほか 2007)。水位が高い部分で植被率、合計被度、種数が減少したのは、水位が高い部分で酸素が減少し、多くの種の種子の発芽が抑制されたためだと考えられる。また冠水が引き起こす酸欠による根の枯死を避けるために、湿生植物では通気組織が発達する（van del Valk　2006)。このような通気組織を発達させることで冠水状態で生育できる種が限られることも水位が高いほど種数が減少した原因だと考えられる。

大洞蓮田においてアキノウナギツカミ、クサネム、アメリカセンダングサ、ガマ、コナギ、イボクサ、コブナグサ、アカバナは開放区に出現し、チゴザサ、ヤノネグサ、ヤイトバナ、ヌマトラノオ、オニスゲ、セリ、ミゾソバ、フジは開放区、樹冠下区ともに出現し、チヂミザサ、ジャノヒゲ、ベニシダ、テイカカズラは樹冠下で主に出現していた。開放区に出現していた種はコブナグサを除いて明るい場所を好み、開放区、樹冠下区ともに出現していたフジ以外の種は光条件についての選択性は特になく、樹冠下区に出現していた種は被陰下を好む種である。また、このうちアキノウナギツカミ、クサネム、アメリカセンダングサ、ガマ、コナギ、イボクサ、コブナグサ、アカバナ、チゴザサ、ヤノネグサ、オニスゲ、セリ、ミゾソバは湿地性植物である。(「植物雑学辞典」、http://had0.big.ous.ac.jp/plantsdic/zatsugakujiten.htm、　2010年1月30日参照)

開放区で出現していた木本種はミヤコイバラ、ナンキンハゼ、ヤマザクラの3種、開放区と樹冠下区ともに出現していた木本種はフジ、ヤマウルシ、イヌツゲ、アオツヅラフジの4種、樹冠下区で出現していた木本種はテイカカズラ、コナラ、シラツゲ、チャ、ヒサカキ、モチノキの6種であった。木本出現種数は樹冠下区でもっとも多かった。遷移が進行すると木本植物が多くなる（松村ほか 1988、大黒ほか 1996）ことから、樹冠下区にある調査区では遷移が進んでいると考えられる。

種別に水位と被度の関係と出現調査区の水位の平均値をみてみると、それぞれの種に最適な水位があり、それは種によって異なるということが示唆された。水位の高い部分で優占しているのがウキクサ、コナギ、ハス、クサネムなどで、水位が低い部分で生育しているのがジャノヒゲ、ヤイトバナ、アキノウナギツカミなどであった。他の種は水位が-5cmから5cmの場所に分布していた。水位の高い部分に生育する種の生育型は、ウキクサは浮遊植物、コナギ、ハス、クサネムは抽水植物である。

今回の結果から、耕作放棄水田において水位や光環境の異なる多様な生育環境の存在が、種多様性の維持に大きな役割を果たしていることが明らかになった。一方で水位が植生構造を規定していることから、耕作放棄水田における湿地再生事業を実施するうえで水文環境の管理が最も重要であることが示唆される。

引用文献

箱山　晋・田中日吉・縣　和一・武田友四郎（1977）休耕田の植生遷移に関する研究. 日本作物学会紀事, 46：219-227.

濱田千裕・釋　一郎・澤田恭彦・小嶋　元（2007）ダイズ不耕起播種栽培の出芽期における冠水害の発生要因. 日本作物学会紀事, 76：212-218.

松村正幸・西村伸郎・西條好廸（1988）飛騨地方の山間休耕田における植生遷移. 日本生態学会誌, 38：121-133.

中本　学・名取祥三・水澤　智・森本幸祐（2000）耕作放棄水田の埋土種子集団. 日本緑化工学会誌, 26(2)：142〜153

大黒俊哉・松尾和人・根元正之（1996）山間地における放棄水田と畦畔のり面の植生動態. 日本生態学会誌, 46：245-256.

大窪久美子（1999）田んぼをめぐる植物たち. 遺伝 Vol.53、No.4、31-35.

大塚広夫・小林鈴枝・桝田信彌（2004）千葉県の

谷戸地形における水稲耕作とその放棄が植生に及ぼす影響. 雑草研究, 49 : 21-35.

Tsuyuzaki S., Haraguchi, A. and Kanda, F. (2004) Effects of scale-dependent factors on herbaceous vegetation patterns in a wetland, northern Japan. Ecological Research 19:349-355.

van del Valk, A. G. (2006) The biology of freshwater wetlands. Oxford University Press, 173pp, New York.

Yabe, K. and Onimaru, K. (1997) Key variables controlling the vegetation of a cool-temperate mire in northern Japan. Journal of Vegetation Science 8:29-36.