

# 水生植物および湿生植物の保全を目的とした耕作放棄水田 の植生管理

誌名	ランドスケープ研究
ISSN	13408984
巻/号	635
掲載ページ	p. 491-494
発行年月	2000年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 水生植物および湿生植物の保全を目的とした耕作放棄水田の植生管理

Vegetation Management of Abandoned Rice Fields for the Conservation of Water Plants and Wetland Plants

関岡裕明\* 下田路子\* 中本 学\*\* 水澤 智\*\*\* 森本幸裕\*\*\*

Hiroaki SEKIOKA Michiko SHIMODA Manabu NAKAMOTO Tomo MIZUSAWA  
Yukihiro MORIMOTO

摘要：筆者らは、中池見（福井県敦賀市）の耕作放棄水田において、デンジソウ、ミズアオイ等の希少な水生植物および湿生植物を本来の生育状態で保全する手法を確立するための研究をおこなった。上記の種は、かつて、耕地整備がおこなわれる以前の水田や水路などに広く生育する普通種であったため、保全事例が少なかった。そこで、本研究では上記の種の保全に有効な手法を確立することを目的として保全計画を立案・実施し、モニタリングをおこなった。

本研究により、上記の種の保全には、田起こしや水管理・草刈りなど、生育地における従来の営農作業に準じた維持管理作業の実施が有効であることが明らかになった。

## 1. はじめに

昭和40年代以降、減反政策や農業人口の減少にともなって、水田の耕作放棄が急速に進行した。その中で、圃場整備や機械化が進まなかった湿田は、比較的早い時期に放棄され、沼沢地、湿原、湿地林など様々な湿地環境へと変わっていった。下田（1996<sup>1)</sup>は、自然湿地が少ない広島県において、放棄湿田に発達する二次的な湿地が、県内湿地面積に占める割合は相当のものになっていると報告している。

放棄湿田の植生については、復田対策や雑草防除の観点から、耕作放棄後に発生した植物種を調査した事例がいくつか報告されている（安西，1989<sup>2)</sup>；箱山ら，1977<sup>3)</sup>；坪，1977<sup>4)</sup>；斎藤ら，1975<sup>5)</sup>）。耕作放棄後間もない湿田に発生する植物の大半は、かつて広く分布していた水田雑草であり、耕作時には防除対象となっていたため、放棄湿田の植物種・植生の保全を目的とした調査事例はほとんどなかった。一方、除草剤の普及や水田の乾田化に伴い、水田雑草を含む多くの湿生植物が急速に失われてきた。その結果、環境庁（1997<sup>6)</sup>）による「植物版レッドリスト」には、多くの水田雑草が登録され、その希少性が認識されるようになった。

また、国立環境研究所（1997<sup>7)</sup>）は、湿地環境の保全が国際的な関心事となってきているとして、保全上最優先すべき生態系となりつつあると報告している。一方で、保全すべき湿地生態系の特性は十分に明らかにされていないという問題点を指摘し、湿地環境の保全に資する知見を早急に構築する必要があると述べている。

筆者らは、福井県敦賀市中池見において耕作放棄湿田に成立した、植物種・植生を保全するため、1997～1999年の3年間にわたって調査研究をおこなった。本研究では、保全手法を確立するため実施した事前調査や植生管理を中心に、水生植物および湿生植物の保全事例を紹介する。

## 2. 研究対象地の概要

中池見は、福井県敦賀市の東部に位置し、周囲を標高100～150mの低山地に囲まれた約25haの小規模な山間盆地である。江戸時代初期より新田開発が進められ、江戸時代後期には全域で水田耕作が営まれるようになった。中池見の水田は、泥炭土とグライ土からなる排水が悪い土壌条件と、周辺の山地から浸出する湧水により、常時湿潤状態が保たれる湿田であった。しかし、減反政策以降、徐々に休耕が進み、現在は全域で耕作が放棄されている

（下田，1998<sup>8)</sup>；下田ら1999<sup>9)</sup>；杉山，1998<sup>10)</sup>）。

大阪ガスは、1994年に中池見および周辺地域を対象に、植物相調査を実施している（大阪ガス，1996<sup>11)</sup>）。この植物相調査は、中池見および周辺地域117haを対象（図-1）に実施されており、このうち湿生環境は約30haであった。この調査により、耕作放棄後間もない水田を中心に希少な水生植物および湿生植物の生育が確認されている。しかし、その後の調査により、植生遷移にともなって、ヨシ、マコモ、ヒメガマなどの高茎草本の優占する群落が急速に拡大し、種の多様性が低下していることが確認されている。

## 3. 研究方法

### (1) 研究の流れ

本研究では、水生植物および湿生植物の保全手法の検討に先立ち、まず、農作業ヒアリング・埋土種子発芽試験・植物調査から構成される事前調査をおこない、これをもとに維持管理計画を立案した。さらに、この計画により維持管理作業を実施し、植物のモニタリングとその評価をおこない、維持管理計画・作業にフィードバックさせることとした。

事前調査では、従来中池見で耕作してきた地元（敦賀市壱曲地区、深山寺地区）の農家を対象に、中池見での田起こし・草刈りや

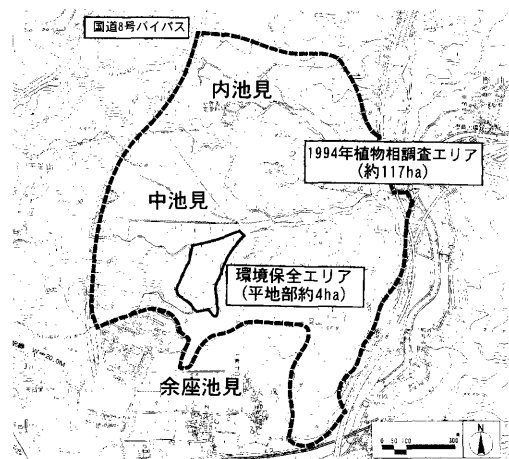


図-1 研究対象地

\*東和科学株式会社 \*\*大阪ガス株式会社 \*\*\*大阪府立大学農学部

水管理等の農作業方法・時期についてヒアリングをおこなった。

一方で、研究対象地における植物の特性を把握するため、埋土種子発芽試験、植物調査をおこなった。なお、埋土種子発芽試験については水澤ら (1998<sup>10)</sup>、中本ら (投稿中<sup>13)</sup>) に、また、事前の植物調査結果については、大阪ガス (1996<sup>11)</sup>) にまとめられている。

## (2) 植物モニタリング

植物のモニタリングでは、植物相、希少な植物種の分布、植生を対象に調査をおこなった。植物相、希少な植物種の調査では、環境保全エリア平地部を対象に、生育している植物種をリストアップし、希少な植物種 (表-1) のマッピングをおこなった。なお、本論における「希少な植物種」とは、デンジソウやミズアオイ等の水生植物および湿生植物であり、環境庁 (1997<sup>6)</sup>) による絶滅危惧種のほか、渡辺 (1989<sup>14)</sup>)、大阪ガス (1996<sup>11)</sup>) により福井県で分布が限られる種を対象とした。

植生調査は、水位・耕起方法等、維持管理の異なる水田を対象に試験区 (図-2) を設け、コドラート法によりおこなった。すなわち、1 m × 1 m の方形区を試験区内で複数設け、コドラート内の出現種のリストアップ、および各種の最高草丈と被度を測定した。なお、植生調査は 1997 年、1998 年の 2 回おこない、いずれも植物が十分生育した 9 月に実施した。この植生調査資料からは、積算優占度 ( $SDR_2 = (\text{最高草丈相対値} + \text{被度相対値}) / 2$ ) と Shannon & Weaver<sup>15)</sup> の種多様度指数を求め、植生の特徴を捉えることとした。Shannon & Weaver の種多様度指数は、次式により算出される。

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i \quad (P_i \text{ は相対優占度 } (n_i/N))$$

表-1 環境保全エリアにおける希少な植物

和名	生活型	評価	
		植物種目別 <sup>注1)</sup>	福井県内希少種 <sup>注2)</sup>
ミズニラ	多年草	絶滅危惧II類	○
ミズワラビ	1年草	○	○
デンジソウ	多年草	絶滅危惧II類	
サンショウモ	1年草	絶滅危惧II類	○
ササゲ	多年草	絶滅危惧II類	
ヤナギヌカボ	1年草	絶滅危惧II類	○
ヒメビシ	1年草	絶滅危惧II類	○
ミツガシワ	多年草	○	○
ミズトラノオ	多年草	絶滅危惧II類	○
ミズアオイ	1年草	絶滅危惧II類	
マアザミ	多年草	○	○
オオニガナ	多年草	絶滅危惧II類	
ミズオオバコ	1年草	○	○
イトドリゲモ	1年草	絶滅危惧II類	
ミズアオイ	1年草	絶滅危惧II類	
カキツバタ	多年草	絶滅危惧II類	○
ショウブ	多年草	○	○
ミクリ	多年草	準絶滅危惧	
ナガエミクリ	多年草	準絶滅危惧	

注1) 環境庁 (1997) による分類  
注2) 大阪ガス (1996) 及び渡辺 (1989) による福井県で分布が限られる種

## 4. 事前調査および維持管理計画・実施

本研究は、中池見の南に位置する「環境保全エリア」において実施した。事前調査をもとに、以下のように維持管理計画を立案し、実施した。

まず、事前調査として、農作業ヒアリングから、中池見における従来の営農作業の項目・実施時期が得られた (図-3)。現地での作業はおおむね 4 月から始まり、「江掘り」という水路の泥上げ作業が最初におこなわれる。そして、4 月中旬から田起こしが始まり、5 月上～中旬に田植えがおこなわれ、秋の収穫時期まで草刈りや水管理作業がおこなわれる。環境保全エリアにおいて保全を要する希少な植物種は、おもに、水田耕作とともに生育してきた種である (下田ら, 1999<sup>9)</sup>)。そこで、環境保全エリアにおける維持管理の方針は、従来の営農作業にしたがって実施することとし、この作業ごよみにもとづいて維持管理作業をおこなった。

維持管理作業の実施は、中池見で耕作してきた農家に依頼して実施し、環境保全エリア平地部 (4 ha) で年間のべ 400~500 人が作業に必要であった。

上記のように維持管理作業の項目・実施時期を設定し、その実施場所を図-2 のように計画した。環境保全エリアでは、多様なタイプの植生を維持することが重要という視点にたち、次の 5 つの植生タイプを維持する計画とした。

- ① 現行田: 田起こし・代掻き・水管理・除草をおこないながら、稲を植え付ける水田
- ② 休耕田: ①と同様の管理をおこなうが、稲は植え付けない水田
- ③ 低茎草原: 田起こし等はおこなわず、ヨシ等の選択的草刈りにより草丈を低く維持する水田
- ④ 高茎草原: ヨシやマコモなどが優占するタイプで、維持管理は実施しない水田
- ⑤ 水路・池沼: 水管理を容易におこなうために泥上げ・草刈りをおこなう開放水域

また、水澤ら (1998<sup>10)</sup>) は、埋土種子の発生には水位の違いが発生する種に影響を与えることを中池見の土壌を用いた発芽試験から明らかにしている。そこで、休耕田管理区域では、水澤ら (1998<sup>10)</sup>) の試験方法にならい、水位を湿潤状態、5 cm、10 cm に維持する試験区を設け、水路からの導水と、水門操作等の水管理により水位調整をおこなった。

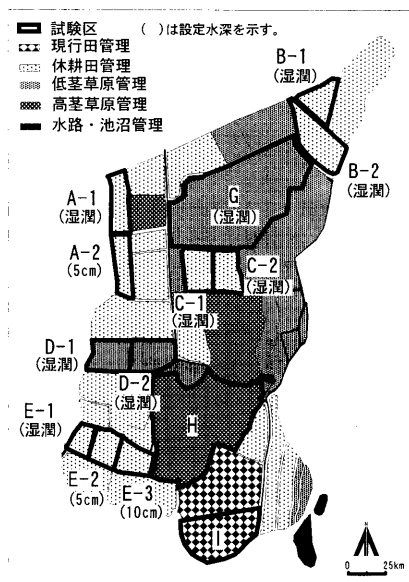


図-2 環境保全エリア (平地部)

作業内容	月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
水管理	江掘り・池掃除		■				■				
	水管理水路等補修			■							
除草	草刈り (機械)		■	■	■	■	■	■			
	草刈り (手作業)			■					■		
	ヨシ・ガマ採取				■						
	ヒエ穂・ヨシ採取							■	■		
	堆肥作り								■		
耕起作業	畦作り			■							
	田起こし・代かき		■	■							
	肥料散布			■							
収穫作業	畦の補修							■			
	田植え			■							
	稲刈り								■		
	稲脱穀									■	

図-3 中池見における農作業ごよみ

5. 結果

(1) 希少種の発生

希少な植物種(表-1)の発生は、休耕田管理を実施している水田に集中していた(表-2,3)。生活型別にみると、1年生草本では8種すべて、多年生草本でも11種のうち7種が休耕田を生育地としており、合計16種と最も多くの種が休耕田に分布していた(表-2)。また、個体群数においても、合計86個体群と最も多い個体群が休耕田において確認された(表-3)。このなかで、デンジソウ、サンショウモ、オオアカウキクサ、ヒメビシ、ミズトラノオ、ミズオオバコ、イトトリゲモ、ミズアオイは休耕田でのみ確認された。さらに、マアザミは低茎草原に、ミズニラ、ナガエミクリは水路・池沼にのみ分布が確認された。一方で、ヨシやマコモの優占する高茎草原においては、多年生草本3種が生育しているのみであった。

表-2 希少な植物種の生育種数内訳

環境類型	面積	希少な植物種		
		1年生草本	多年生草本	合計
現行田	0.30	1種	0種	1種
休耕田	1.76	8種	8種	16種
低茎草原	1.15	3種	6種	9種
高茎草原	0.67	0種	3種	3種
水路・池沼	0.12	0種	6種	6種

表-3 希少な植物種の分布

和名	現行田	休耕田	低茎草原	高茎草原	水路・池沼
ミズニラ					3
ミズワラビ	3	6	1		
デンジソウ		1			
サンショウモ		6			
オオアカウキクサ		4			
ヤナギヌカボ		8	1		
ヒメビシ		3			
ミツガシワ		2	1		2
ミズトラノオ		6			
ミズオオバコ		9	1		
マアザミ			5		
オオニガナ		8	11	5	1
ミズオオバコ		6			
イトトリゲモ		4			
ミズアオイ		1			
カキツバタ		1	2	6	10
ショウブ		5	4	9	3
ミクリ		16	1		
ナガエミクリ					5
合計	3	86	27	20	24

注：表中の数字は、各環境類型ごとの種の個体群数を示す。

(2) 植物種の発生状況

4 haの環境保全エリアでは、植物相調査により1997年には107種、1998年には128種の水生植物および湿生植物を確認した(表-4)。一方、1994年に実施された中池見全域と周辺地域で確認された水生植物および湿生植物種は134種であった(大阪ガス(1996<sup>1)</sup>)より計数)。

表-4 水生植物および湿生植物種数の経年変化

	1994年 <sup>1)</sup> (117ha)	1997年 (4ha)	1998年 (4ha)
水生植物、湿生植物種数	134種	107種	128種

注1) 大阪ガス(1996<sup>1)</sup>)によるデータで、中池見および周辺地域を含む。なお、このうち水生植物、湿生植物の生育する生環境は、約30haである。  
注2) 水生・湿生植物の基準は、北村(1977<sup>2)</sup>)、笠原(1978<sup>3)</sup>)等によった。

(3) 試験区の群落構造

試験区は、休耕田(7試験区)、低茎草原(3試験区)、現行田(1試験区)、高茎草原(試験区)の4類型で設定し、それぞれの試験区において4コドラートから植生調査資料を得た(表-5)。試験を開始する際に、それぞれの水位を設定し、水位管理をおこなっているが、それぞれの試験区の微地形により、実際には数cm以内でのばらつきがあった。

表-5 試験区の群落構造

環境類型	試験区(設定水深)	コドラート数	水深(cm)	優占種(SDR)	出現種数	出現率(%)
休耕田	A-1(履耕)	n=4	1.4	ササノコ	100.0	9
	A-2(5cm)	n=4	2.2	ササノコ	100.0	16
	B-1(履耕)	n=1	0.6	ササノコ	100.0	20
	B-2(履耕)	n=1	1.1	ササノコ	96.3	16
	C-1(履耕)	n=4	1.9	ササノコ	100.0	11
	C-2(履耕)	n=4	1.3	ササノコ	61.3	19
	E-1(履耕)	n=1	1.5	ササノコ	93.8	16
	E-2(5cm)	n=3	1.3	ササノコ	92.5	8
	E-3(10cm)	n=4	6.8	ササノコ	77.5	5
	D-1(履耕)	n=4	0.3	ササノコ	100.0	21
低茎草原	D-2(履耕)	n=4	1.2	ササノコ	100.0	17
	G(履耕)	n=4	0.0	ササノコ	100.0	11
	現行田	I	n=4	1.6	ササノコ	11.3
高茎草原	H	n=4	0.1	ササノコ	100.0	3

注1) 3~10月の平均値を示す。

(4) 植生の種多様性

各植生タイプから得られた植生調査資料をもとに、各タイプの種多様性指数を算出したところ、高茎草原、現行田、低茎草原、休耕田の順に多様性が高くなった(図-4)。また、1997年と1998年の多様性を比較すると、全体的には維持管理2年目の1998年の方が種多様性は高かった。高茎草原で多様性が低く、低茎草原・休耕田で多様性が高いのは、前者ではヨシおよび数種のみが一面を被っていたのに対し、後者では出現種が多く(4コドラートで16種)、群落構造も複雑であったことによると考えられる。

このように、休耕田と低茎草原において高い多様性が確認されたのは、水澤ら(1998<sup>12)</sup>)も指摘しているように、水位との関連性が高いと考えられる。そこで、休耕田・低茎草原の試験区における単位面積あたりの種数と水位と対比すると、種数と水位には、負の相関関係(相関係数: -0.81)が得られ(図-5)、水位が高くなると出現種数は減少する傾向があった。また、水位が低い(0~2cm程度)とチョウジタデやヤナギタデ等が優占するタイプの植生となり、水位が高いとサンカクイやコナギが優占するタイプの植生となった。この傾向は、水位と種多様性との関係でも同様にみられ、両者の間には負の相関関係(相関係数: -0.89)が認められた(図-6)。このように、水位は植生の構造に影響を与え、多様な水環境が多様な植生構造を成立させることが明らかとなった。

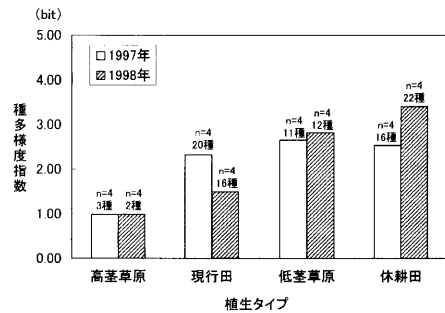


図-4 植生の種多様性

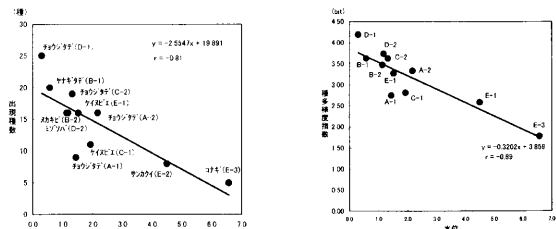


図-5 水位と種数の関係

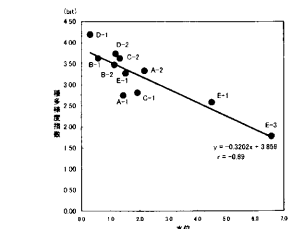


図-6 水位と種多様性指数の関係

図中の植物名は、各水田の優占種(SDR)を示す。

○内は、図4の試験区を示す。

## 6. 考察

最初に述べたように、耕作放棄水田の植物・植生に関する研究は、これまで雑草防除や復田を目的としたものが多かった。一方、本研究での耕作放棄水田の植生管理とは、本来多様な植物種が生育する休耕地に生育するデンジソウやミズアオイ等の水生植物および湿生植物を、本来の生育状態で保全することを目的としている。そこで、本論での保全の評価は、①希少な植物種、②多様な植物種、③植生の多様性が存在し、維持されていることを主眼とした。

### (1) 希少な植物種

希少な植物種 16 種は、いずれも 2 年間のモニタリングで自生を確認した。また、希少な植物種の大部分が休耕地をおもな生育地としており、ヨシやマコモの優占するタイプの植生では、希少な植物種の生育は限られることを確認した。今回保全対象としている希少な植物種の多くは水田耕作をおこなう中で生育してきたものであるため、水田耕作に類似した維持管理作業を実施したことが有効であったと考えられる。中でも、デンジソウ、サンショウモ、オオアカウキクサ、ミズオオバコ等は休耕地においてのみ確認されている。休耕地は、低茎草原や高茎草原と異なり、田起こしという土壌の攪乱がおこなわれるため、これが、上記の種の生育に有効であったと考えられる。一方、ミツガシワ、マアザミ、オオニガナ、カキツバタ、ショウブは、休耕地よりも低茎草原、高茎草原、水路・池沼に分布が偏っている。これらの種はいずれも休耕地とは異なる生育環境を持つ多年生草本である。そのため、休耕地とは異なる管理手法が必要と考えられる。しかし、本論では、主に休耕地の管理手法について検討しているため、これらの種の保全手法は、今後の課題としたい。

### (2) 多様な植物種

2 年間のモニタリングで、約 4 ha の環境保全エリアにおいて各年とも 100 種以上の水生植物および湿生植物が確認された。1994 年の植物相調査は、中池見および周辺地域 117 ha で実施されており、このうち湿生環境（現行田、休耕地、低茎草原、高茎草原、水路等）は、約 30 ha であった。今回の調査では、1994 年とほぼ同頻度の調査を実施しており、4 ha の環境保全エリアで確認された種数（107～128 種）は、1994 年に確認された種数（134 種）に近い値であった。本研究でも明らかにしたように、中池見では高茎草原に生育する植物種数は少なく、多様性は低い。一方、田起こしをおこなう休耕地や選択的草刈りをおこなう低茎草原では、多種の植物が生育し、多様性は高い。中池見では、耕作を放棄するとヨシやマコモなどの高茎草原が卓越することが報告されている（下田, 1998<sup>8)</sup>。これらのことから、維持管理が

ヨシやマコモの優占する多様性の低い高茎草原への進行を止め、低茎草原や休耕地などの多様性の高い植生タイプを維持する有効な手段と考えられる。また、湿田では多様な水田雑草の埋土種子集団が保存され（下田ら, 1999<sup>9)</sup>、かつ長期間保存されている可能性がある（笠原ら, 1965<sup>18)</sup>）ことから、田起こしにより、埋土種子の発芽が促され、種の多様性が維持できている可能性もある。今回の調査により、1994 年の調査（大阪ガス, 1996<sup>6)</sup>）では確認されていない種として、シソクサ、マルバノサウトウガラシが新たに確認されている。これらの種は、中本ら（投稿中<sup>13)</sup>）の中池見の土壌を用いた埋土種子の試験においても確認されていることから、埋土種子の発芽によると思われる。

### (3) 植生の種多様性

多様性の比較により、管理をおこなわない高茎草原よりも、管理をおこなう低茎草原・休耕地の方が種多様性は高くなることが明らかになった。これは、研究対象の休耕地において、水管理によって水位を様々なレベルに調整していることにより、多様な植生が維持されているためと考えられる。このことは、埋土種子の試験から、水位の差により種組成は大きく異なること（水澤ら, 1998<sup>12)</sup>；中本ら, 投稿中<sup>13)</sup>）からも裏付けられ、休耕地植生の管理に水管理が欠かせない維持管理の一つであることがわかった。

中池見では、1955 年（昭和 30 年）ごろより最初の放棄水田が生じている。現在では、維持管理試験をおこなっている環境保全エリア以外では、高茎草本群落とクズやカナムグラの繁茂するツル性植物が分布を拡大している（下田, 1998<sup>8)</sup>）。他地域の事例では、斎藤ら（1975<sup>5)</sup>）は、休耕地年数がすすむとともに、出現する植物種数は減少することを報告しており、また、耕作を中止すれば次第に多年生草本が主となる植生に変遷することが、下田（1996<sup>1)</sup>、安西（1989<sup>2)</sup>、坪（1997<sup>4)</sup>）から報告されている。これらのことから、水田の耕作を放棄した状態では、植生の種多様性を高い状態で維持することは困難である可能性が高く、耕作放棄水田において種多様性を維持するためには、水管理や田起こしなどの維持管理作業が欠かせないといえる。

以上のように、中池見の耕作放棄水田において、デンジソウ、ミズアオイ等の水生植物および湿生植物の保全手法として、従来の営農作業に準じた維持管理が有効であることを確認した。

本論では、中池見でおこなわれた耕作放棄水田の保全のとりくみを報告したものであるが、このような事例はまだ少ないのが現状である。今後、類似の取り組みが他の場所において展開される場合、中池見における本研究が参考となり、耕作放棄水田における希少な植物種・多様な植生の保全に寄与できることを望みたい。

## 引用文献

- 1) 下田路子 (1996) : 放棄水田の植生と評価 - 広島県の湿性放棄水田 - : 植生学会誌 13, 37-50
- 2) 安西徹郎 (1989) : 水田における休耕地の管理と休耕地の年限 : 農業技術 44(12), 551-554
- 3) 箱山晋・田中日吉・縣和一・武田友四郎 (1977) : 休耕地の植生遷移に関する研究 : 日本作物学会記事 46(2), 219-227
- 4) 坪存 (1977) : 休耕地の雑草 : 遺伝 31(11) : 29-35
- 5) 斎藤博行・笠原喜久男・山崎英蔵 (1975) : 休耕地の管理方式と雑草消長に関する研究 : 山形県立農業試験場研究報告 9, 135-146
- 6) 環境庁 (1997) : 植物版レッドリスト : 環境庁自然保護局野生生物課
- 7) 国立環境研究所 (1997) : 湿原の環境変化に伴う生物群集の変遷と生態系の安定化維持機構に関する研究 : 国立環境研究所特別報告書, 21-29
- 8) 下田路子 (1998) : 福井県敦賀市中池見の農業と植生、および維持管理試験について : 植生情報 2, 7-17
- 9) 下田路子・宇山三穂・中本学 (1999) : 深田の植物 : 水草研究会会報 66, 1-9
- 10) 杉山恵一 (1998) : 中池見の現状とその保全対策について : 関西自然保護機構会報 19(2), 81-87
- 11) 大阪ガス株式会社 (1996) : 敦賀 LNG 基地建設に係る環境影響評価書
- 12) 水澤智・中本学・森本幸裕 (1998) : 土壌シードバンクを利用した人里低湿地の植生復元についての基礎研究 : 第 29 回日本緑化学会研究発表会研究発表要旨集, 106-107
- 13) 中本学・名取祥三・水澤智・森本幸裕 (投稿中) : 耕作放棄水田の埋土種子集団 - 敦賀市中池見の場合 -
- 14) 渡辺定路 (1989) : 福井県植物誌 : 自費出版
- 15) Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949) : The mathematical theory of communication : University of Illinois Press, Urbana, Illinois
- 16) 北村四郎 (1977) : 原色日本植物図鑑草本編上・中・下 : 保育社
- 17) 笠原安夫 (1978) : 日本雑草図説 : 養賢堂
- 18) 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

**Summary :** We carried out this study on abandoned rice fields at Nakaikemi (Tsuruga City, Fukui Prefecture). Our objectives were to establish methods for conserving water and wetland plant habitats, including rare and threatened species. There have been only few case studies for the conservation of rare and threatened species up to now, because these species were once common in traditional rice fields and ditches throughout Japan. Our results showed that, to conserve these species and their habitats, it is an effective method to carry out land management following local farmer's usual practices such as plowing of rice fields, regulation of water level, maintenance of ditches and mowing.