

中山間地域における耕作放棄水田の群落構造 —新潟県十日町市松代での事例

斎藤 達也*・小林 誠*・谷 友和**

(平成29年8月31日受付；平成29年11月15日受理)

要 旨

新潟県十日町市松代の中山間集落に分布する耕作放棄水田を対象に植生調査を行い、放棄水田内に成立する群落の構造を明らかにした。クラスター分析の結果、放棄水田上の群落はⅠa（アメリカセンダングサ群落）、Ⅰb（イヌビエーイボクサ群落）、Ⅱa（アシカキ群落）、Ⅱb（アメリカセンダングサーガマ群落）、Ⅲa（ミゾソバ—多年生高茎草本群落）、Ⅲb（ヨシ群落）の6群落型に類型化された。群落型ⅠaとⅠbは耕作放棄1年目の水田に、群落型ⅡaとⅡbは放棄後3～15年経過した水田に分布していた。群落型Ⅲaは放棄後45年経過した水田に、群落型Ⅲbは放棄後20～50年経過した水田で確認された。植被率、群落高、生活型組成の点から、遷移段階はⅠa・Ⅰb→Ⅱa・Ⅱb→Ⅲa・Ⅲbの順に高くなると考えられた。群落型Ⅰb・Ⅲbは湛水した水田にのみ分布し、群落型Ⅱb・Ⅲaは乾燥した水田にのみ分布した。また、群落の分布パターンと種組成の点から、ⅠaとⅡaの土壌水分含量はⅠb・ⅢbとⅡb・Ⅲaとの中間レベルと推察された。放棄年数に加え、土壌水分条件も本地域の耕作放棄水田の群落構造に影響を及ぼしていると考えられた。

KEY WORDS

Abandonment 耕作放棄, Vegetation succession 植生遷移, Paddy terraces 棚田, Soil water content 土壌水分含量

1 はじめに

1980年代より、日本全国で耕作放棄水田は増加しており、この傾向は棚田を有する中山間地域において顕著となっている⁽¹⁾。耕作放棄の原因としては農業人口の減少や農業従事者の高齢化、減反政策による生産調整の影響等が挙げられる^(2,3)。水田の耕作放棄は、良好な棚田景観の消失や環境保全機能の低下を招く^(2,4)。また、耕作放棄に伴う農作業管理の停止により、水田の内外において植生遷移が進行するため、耕作放棄は景観レベルでの植生構造の変化を生じさせる^(5,6)。そのような植生構造の変化は、地域生態系内における物質循環や他の生物の生息状況に影響を及ぼす⁽⁷⁾。耕作放棄水田は今後も増加し続けると考えられ、今後の農村における地域生態系の推移を考える上で、耕作放棄水田の植物群落の特徴および遷移状況を理解することは重要である。

中山間地域の耕作放棄水田に成立する植物群落の構造や動態は、立地環境等の相違のため、平地の水田のものとは異なることが指摘されている^(5,8)。しかし、中山間地域の耕作放棄水田での調査事例は平地での事例と比較して少ない⁽⁵⁾。特に、約50年の長期間に渡る耕作放棄を経験した中山間地域水田の群落に関する知見はほとんどない（但し、佐藤・中田2008⁽⁶⁾）。

中山間集落と棚田が数多く分布する新潟県上越・中越地方においても、水田の耕作放棄は増加しており、その景観は変容し続けている^(2,4)。棚田は本地域の主要な景観要素であり、地域の生物多様性や生態系構造を考える上で欠かせない存在である⁽⁴⁾。そこで本研究では、新潟県十日町市松代の中山間集落に分布する耕作放棄水田を対象に植生調査を行い、その群落構造および遷移状況を明らかにすることを目的とした。

2 調査地と方法

2.1 調査地概要

調査対象とした耕作放棄水田は新潟県十日町市松代地域の小荒戸集落内に位置している。本調査地から近隣の気象庁十日町観測所によると、十日町市の過去10年間（2006年～2016年）の平均気温と年降水量の平均値は11.7°Cと

2561.6 mmであった (<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)。本地域は日本海側気候に属し、冬期の最大積雪深は5 mを超える場合がある⁽⁹⁾。松代地域の山地帯は本来ブナ林に覆われるが、その多くはスギの植林地に転換されている⁽⁹⁾。調査対象の水田は標高18 mから240 mの範囲に位置し、その耕作放棄年数は1～50年であった(表1)。各水田の耕作放棄年数は、集落在住の農家への聞き取りにより得られた推定値である。また、聞き取りの結果、調査対象の水田のうち、少なくとも水田DとJは過去に草刈り機による刈り取り管理を受けたことがわかった。水田A～Hは調査時点で地表面における湛水が確認されたが、水田I～Kでは湛水が確認されなかった。これらの水田は全て圃場整備を経験していない。

表1. 調査水田の概況

調査水田	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
標高 (m)	200	200	195	198	187	187	200	240	204	190	215
放棄年数	1	1	1	4	15	20	40	50	3	4	45
湛水の有無	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	なし	なし	なし

2. 2 調査方法

2017年7月20日、各水田において、2 m × 2 m 方形枠を設定し (n=31)、植物社会学的植生調査を行った⁽¹⁰⁾。各水田を代表する群落型を全て捉えられるように、方形枠の設置位置を水田毎に任意で決定した。各方形枠において、維管束植物および車軸藻類の種のBraun-Blanquetの被度階級と最大植物高を記録した。維管束植物の生活型(一年草、多年草、木本)については日本植生便覧⁽¹¹⁾、原産地については日本の帰化植物⁽¹²⁾に拠った。なお、本研究では、江戸時代末期に国外より人為的に導入された種を外来種として扱った。維管束植物ではない車軸藻類については日本植生便覧の生活型を適用せず、後述の生活型を集計する際には車軸藻類として扱った。また、出現種が植物社会学的な指標種・指標種に該当するか否かについては日本植生便覧⁽¹¹⁾を参考にした。

2. 3 統計解析

Braun-Blanquetの被度階級は被度百分率に変換し(5:87.5%;4:62.5%;3:37.5%;2:17.5%;1:5.0%;+:0.1%)⁽¹³⁾、それを以下の統計解析に用いた。各放棄水田に成立する群落型を区分するため、対数変換した各植物種の被度百分率群を用いて、群平均法によるクラスター分析を行った⁽¹⁴⁾。方形枠間の類似度距離の計算には、Bray-Curtisの非類似度指数を用い、非類似度距離0.75を基準に群落型を区分した。次に、分散分析およびTukey法による多重比較により、群落型間における群落高、植被率および植物種数を比較した。群落型間の生活型組成を比較するため、各方形枠における各生活型の相対被度((ある生活型に属する種群の積算被度/枠内全種の積算被度)×100)と相対種数((ある生活型に属する種の数/枠内の総種数)×100)を算出し、それを群落型毎に集計した。群

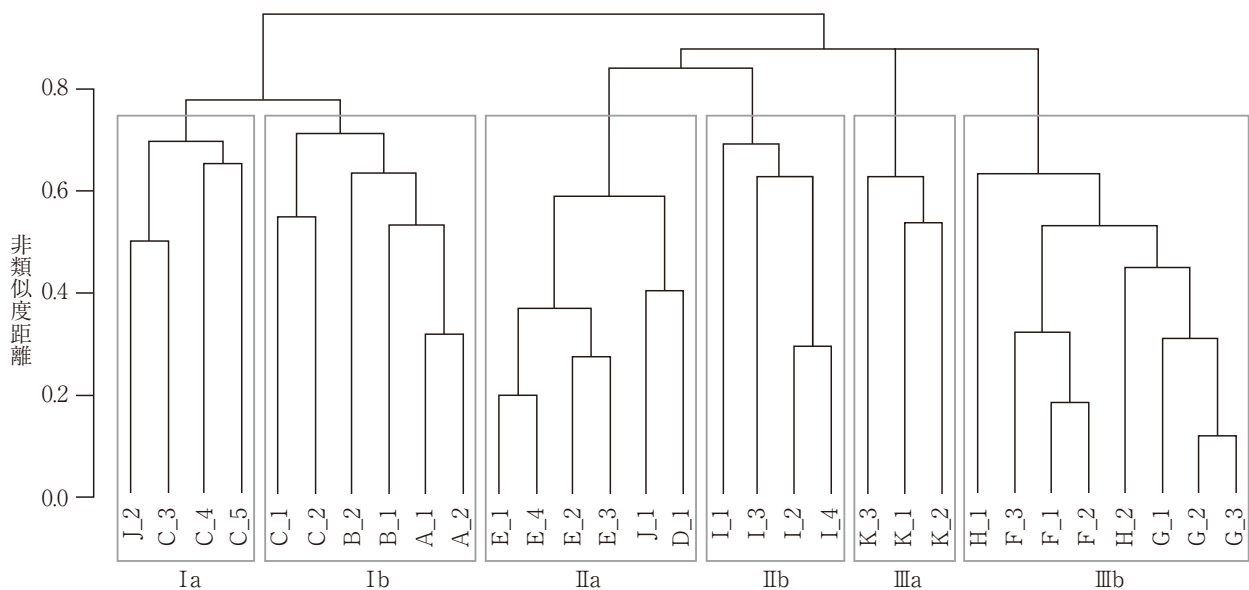


図1. クラスター分析による調査方形枠の類型化。

大文字のアルファベットは表1の調査水田に対応し、アンダーバー以降の数字は方形枠のIDを示す。ローマ数字と小文字のアルファベットは群落型を示す。

表 2. 各群落型の植被率, 群落高, 種数および全方形枠の 5%以上に出現した種の平均被度 (%) および出現頻度 (%)。

群落型	I a	I b	II a	II b	III a	III b
植被率 (%)	63.8 ± 25.6 ^a	69.2 ± 19.9 ^{ab}	93.3 ± 6.1 ^c	93.5 ± 7.2 ^{bc}	100.0 ± 0.0 ^c	99.4 ± 1.8 ^c
群落高 (cm)	118.8 ± 44.0 ^{ab}	65.8 ± 26.7 ^a	168.3 ± 32.0 ^b	152.5 ± 58.5 ^b	263.3 ± 41.6 ^c	305.6 ± 35.6 ^c
種数	8.5 ± 1.9 ^a	8.5 ± 1.6 ^a	7.5 ± 2.7 ^a	15.2 ± 2.9 ^b	17.3 ± 0.6 ^b	7.2 ± 3.2 ^a
ミゾソバ	+ (25)	-	15.8 (83)	3.8 (75)	20.0 (100)	5.7 (88)
アメリカセンダングサ	19.4 (100)	-	1.7 (67)	21.3 (100)	-	+ (13)
アシカキ	+ (50)	7.1 (33)	52.9 (100)	-	-	2.2 (25)
ガマ	13.8 (50)	+ (33)	4.6 (50)	5.0 (100)	-	+ (13)
イボクサ	1.3 (75)	24.6 (83)	+ (33)	-	-	+ (13)
ヨシ	+ (25)	-	+ (17)	-	+ (33)	87.5 (100)
イヌビエ	11.9 (75)	7.1 (100)	-	-	-	-
ツリフネソウ	-	-	-	+ (25)	3.4 (100)	1.9 (63)
ヒメジソ	-	-	-	32.5 (75)	+ (67)	16.3 (50)
コブナグサ	+ (25)	-	+ (50)	23.2 (75)	+ (33)	-
ニョイスミレ	-	-	-	11.9 (75)	+ (67)	1.3 (38)
アオウキクサ	1.3 (50)	10.0 (67)	+ (17)	-	-	-
アゼナ	9.4 (50)	3.8 (83)	-	-	-	-
スギナ	-	-	+ (17)	+ (25)	+ (100)	+ (25)
ヘクソカズラ	-	-	-	-	1.7 (67)	+ (50)
オモダカ	-	2.5 (83)	-	-	-	-
カナムグラ	-	-	-	-	1.7 (67)	1.3 (38)
ケチヂミザサ	-	-	-	-	12.6 (100)	+ (25)
セリ	+ (25)	+ (17)	+ (17)	1.3 (25)	-	4.7 (13)
チョウジタデ	+ (50)	+ (50)	-	-	-	-
クサネム	15.7 (50)	+ (17)	+ (17)	-	-	-
アゼガヤ	-	-	-	25.0 (75)	-	+ (13)
コケオトギリ	-	+ (50)	+ (17)	-	-	-
コナギ	+ (25)	1.7 (50)	-	-	-	-
ノコンギク	-	-	-	1.3 (50)	3.3 (67)	-
ヒメガマ	-	-	5.4 (67)	-	-	-
ヒルガオ	-	-	-	-	9.2 (100)	+ (13)
アカソ	-	-	-	+ (50)	12.5 (33)	-
コシロネ	-	-	+ (50)	-	-	-
シャジクモ	-	13.3 (50)	-	-	-	-
ショウブ	-	-	32.1 (50)	-	-	-
ススキ	-	-	-	2.5 (50)	29.2 (33)	-
ノブドウ	-	-	-	+ (25)	1.7 (33)	+ (13)
ヒメシダ	-	-	-	-	-	3.4 (38)
フキ	1.3 (25)	-	-	+ (50)	-	-
ヤブマメ	-	-	-	-	7.5 (100)	-
ヨモギ	-	-	-	1.3 (25)	3.3 (67)	-
ワラビ	-	-	-	-	28.3 (100)	-
イグサ	1.3 (25)	-	-	+ (25)	-	-
ウド	-	-	-	-	22.5 (67)	-
オオハンゴンソウ	-	-	-	+ (25)	1.7 (33)	-
オカトラノオ	-	-	-	-	+ (33)	+ (13)
オトコエシ	-	-	-	2.5 (50)	-	-
オニドコロ	-	-	-	-	1.7 (33)	+ (13)
カサスゲ	+ (25)	-	-	-	-	+ (13)
ゲンノショウコ	-	-	-	-	+ (67)	-
セイタカアワダチソウ	-	-	-	+ (50)	-	-
ケトダシバ	-	-	-	+ (50)	-	-
ノアズキ	-	-	+ (33)	-	-	-
ヒメヒラテンツキ	+ (25)	6.3 (17)	-	-	-	-
ホソバアキノゲシ	-	-	-	+ (50)	-	-
ミツバ	-	-	-	+ (50)	-	-
ミヤマニガウリ	-	-	-	-	+ (67)	-
ヤナギタデ	-	+ (17)	-	+ (25)	-	-

+は平均被度 1%以下, -は出現なし, カッコ内の数字は出現頻度 (%) を示す。植被率, 群落高, 種数の数値は平均値 ± 標準偏差。群落型間のアルファベットの違いは群落型間での統計学的な有意差を示す ($p < 0.05$)。

表3. 各調査水田における群落型の分布。

群落型	I a	I b	II a	II b	III a	III b
湛水あり						
水田A (放棄1年目)	-	2	-	-	-	-
水田B (放棄1年目)	-	2	-	-	-	-
水田C (放棄1年目)	3	2	-	-	-	-
水田D (放棄4年目)	-	-	1	-	-	-
水田E (放棄15年目)	-	-	4	-	-	-
水田F (放棄20年目)	-	-	-	-	-	3
水田G (放棄40年目)	-	-	-	-	-	3
水田H (放棄50年目)	-	-	-	-	-	2
湛水なし						
水田I (放棄3年目)	-	-	-	4	-	-
水田J (放棄4年目)	1	-	1	-	-	-
水田K (放棄45年目)	-	-	-	-	3	-
合計方形枠数	4	6	6	4	3	8

数字は方形枠数を，-は方形枠が存在しないことを示す。

表4. 各群落型の生活型組成。

群落型	I a	I b	II a	II b	III a	III b
相対被度 (%)						
一年草	71.1 ± 25.7	55.9 ± 28.2	13.8 ± 9.2	76.3 ± 17.7	20.4 ± 10.3	17.0 ± 12.2
二年草	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
多年草	28.9 ± 25.7	27.1 ± 23.9	86.1 ± 9.3	21.1 ± 19.8	77.3 ± 11.1	82.1 ± 12.1
木本	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	2.6 ± 3.3	2.4 ± 2.1	0.9 ± 1.6
車軸藻類	0.0 ± 0.0	17.0 ± 23.9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
相対種数 (%)						
一年草	65.4 ± 7.1	64.3 ± 9.0	38.7 ± 17.7	30.7 ± 12.6	32.7 ± 3.0	38.9 ± 11.9
二年草	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.4 ± 3.4	4.6 ± 6.3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
多年草	34.6 ± 7.1	29.8 ± 5.2	59.9 ± 17.5	53.2 ± 17.7	61.7 ± 5.3	52.7 ± 15.3
木本	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	11.4 ± 6.0	5.7 ± 5.6	8.4 ± 7.4
車軸藻類	0.0 ± 0.0	5.9 ± 6.6	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

χ^2 検定により，全ての群落型において相対被度と相対種数に関する生活型組成に有意差が認められた ($p < 0.001$)。

群落型間における生活型組成の差は χ^2 検定により検討した。また，群落型間の構造の相違を把握するため，対数変換した各植物種の被度百分率を用いて，除歪対応分析 (Detrended Correspondence Analysis; 以後，DCA) による各方形枠の序列化を行った⁽¹⁵⁾。放棄水田上の群落構造に影響を及ぼす要因の推定のため，Spearmanの順位相関を用いて，DCAにより得られたI軸またはII軸のスコアと放棄年数または湛水の有無との間の関係を調べた。統計解析にはR 3.4.1を使用し⁽¹⁶⁾，クラスター分析とDCAにはパッケージveganを使用した。

3 結果

3.1 耕作放棄水田で確認された植物相および群落型

植生調査の結果，88種の維管束植物と1種の車軸藻類 (シヤジクモ) が記録された。維管束植物の多くは一年草と多年草であった。外来種はアメリカセンダングサ，オオハンゴンソウ，セイタカアワダチソウ，ハルジオン，ヒメジョオン，ムスカリであった。

クラスター分析の結果，調査水田に設置された方形枠はI，II，III型の3タイプに大別され，さらに群落型I a (アメリカセンダングサ群落)，群落型I b (イヌビエーイボクサ群落)，群落型II a (アシカキ群落)，群落型II b (アメリカセンダングサーガマ群落)，群落型III a (ミゾソバ一年生高茎草本群落)，群落型III b (ヨシ群落) の6タイプに区分された (図1，表2)。群落型Iは主に耕作放棄1年目の放棄水田に，群落型IIは放棄後3年以上経過した水

田に、群落型Ⅲは放棄後20年以上経過した水田に分布していた（表3）。I b、Ⅲbの群落型は湛水ありの水田に、ⅡbとⅢaは湛水なしの水田にのみ分布した（表3）。群落型I a、Ⅱaは主に湛水ありの水田に分布したが、1 枠は湛水なしの水田に分布した。植被率と群落高はI、Ⅱ、Ⅲの順に高く（表2）、Iの群落型では一年草が占める割合が高く、ⅡとⅢのものでは多年草が優占していた（表4）。

DCAの結果、I 軸の右端から左端に沿って、群落型はI、Ⅱ、Ⅲの順に大まかに配列された（図2）。I 軸の得点は放棄年数と強い負の相関を示し（ $r = -0.90, p < 0.001$ ）、湛水の有無とは有意に相関しなかった（ $r = 0.32, p > 0.05$ ）。Ⅱ 軸については、群落型Ⅲbの得点が最も高く、群落型Ⅲaの得点が最も低かった。Ⅱ 軸の得点は湛水の有無と有意な正の相関を示し（ $r = 0.44, p < 0.05$ ）、放棄年数とは有意な相関を示さなかった（ $r = 0.31, p > 0.05$ ）。本調査地の放棄水田の群落構造は第1に耕作放棄からの年数に影響され、第2に土壤水分条件に影響されることを本結果は示唆する。

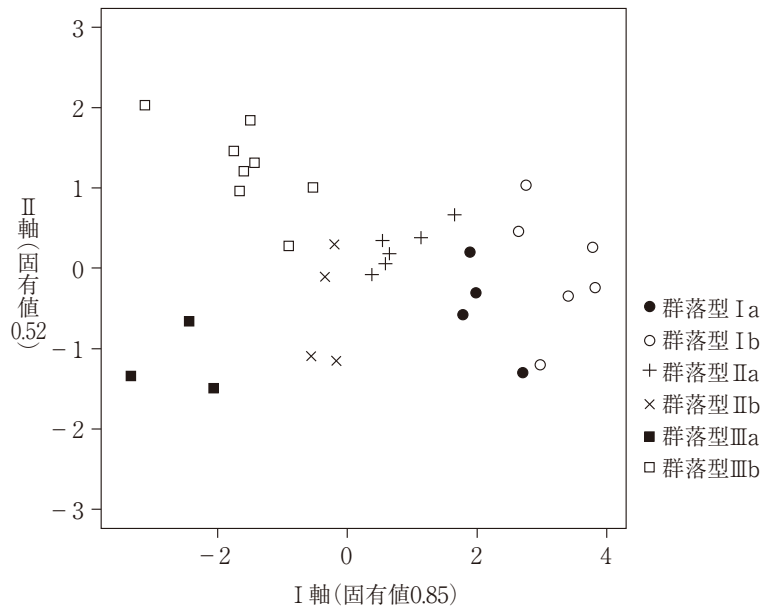


図2. DCAによる各群落型の序列化。

3. 2 各群落型の種組成および構造

以下では、クラスター分析の結果得られた6つの群落型の種組成と構造について詳述する。

耕作放棄1年目の水田に主に成立していた群落型Iでは、イネーイヌビエ群団の標徴種であるイヌビエ、アオウキクサ群団の標徴種のアオウキクサ、アゼナ群団の標徴種であるアゼナが豊富にみられ、イボクサやチョウジタデも多かった（表2）。群落型I a（アメリカセンダングサ群落）では、群落型I b（イヌビエーイボクサ群落）と比較して、タウコギクサの標徴種であるアメリカセンダングサの平均被度と出現頻度が高く、ヨシクサの標徴種であるガマ、クサネムも豊富であった。群落型I aと比べ群落型I bでは、イボクサや浮遊植物であるアオウキクサの平均被度が高く、抽水性の水田雑草であるオモダカやコケオトギリも確認された。また、水中に生育する車軸藻類であるシャジクモはI bでのみ確認された。他の群落型に比べ、群落型I aとI bでは多年草の相対種数と相対被度が低く、群落構成種の多くは一年草であった（表4）。

耕作放棄3～15年の水田に成立していた群落型Ⅱでは、ミゾソバ群集の標徴種のみゾソバ、アメリカセンダングサ、ガマ、コブナグサの出現頻度が高い傾向にあった（表2）。群落型Ⅱa（アシカキ群落）では、ヨシクサの標徴種であるアシカキが優占し、抽水植物であるショウブ、ヒメガマ、ガマも豊富であった。群落型Ⅱb（アメリカセンダングサーガマ群落）では、アメリカセンダングサとガマが常在し、コブナグサ、ヒメジソ、ニョイスミレ、アゼガヤ、オトコエシ等が豊富であった。セイトカアワダチソウとオオハンゴンソウの定着が群落型Ⅱbで確認されたが、その被度は低かった。群落型ⅡaとⅡbの多年草の相対種数は55%前後であり、多年草の相対被度は群落型Ⅱaで86%、群落型Ⅱbで21%であった（表4）。群落型Ⅱbでは、アメリカセンダングサ、ヒメジソ、コブナグサ等の一部の一年草が優占したため、多年草の相対被度が低かった。群落型Ⅱbでは木本の定着が確認され、その相対被度と相

対種数はそれぞれ3%と11%であった。

耕作放棄年数20年以上の水田に成立していた群落型Ⅲでは、ミゾソバ、ツリフネソウ、ヒメジソの出現頻度が高く、つる植物であるヘクソカズラやカナムグラが確認された(表2)。群落型Ⅲa(ミゾソバ一多年生高茎草本群落)では、ミゾソバの他、ワラビ、ススキ、ウドが高い被度を示し、ツリフネソウ、ケチヂミザサ、スギナが普遍的に出現した。ワラビとススキはススキクラスの標徴種である。つる植物も豊富であり、ヘクソカズラ、カナムグラ、ヒルガオ、ノブドウ、ヤブマメ、オニドコロ、ミヤマニガウリ等が出現した。群落型Ⅲb(ヨシ群落)では、ヨシクラスの標徴種であるヨシが優占し、ミゾソバとヒメジソがそれに次いだ(表2)。群落型ⅢaとⅢbでは、多年草が優占し、群落内で占める割合は小さいものの、木本の定着も確認された(表4)。

4 考察

本調査地の放棄水田上に成立する植物群落は、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの3タイプに大別され(図1)、群落型Ⅰは耕作放棄1年目の水田に、群落型Ⅱは3~15年目の水田に、群落型Ⅲは20年目以降の水田に成立していた(表3)。また、植被率と群落高はⅠ→Ⅱ→Ⅲの順に高くなる傾向がみられ(表2)、DCAのⅠ軸においても群落型は同様の順序で配列された(図2)。群落型Ⅰでは一年草の占める割合が、群落型ⅡとⅢでは多年草の占める割合が高く、さらに群落型ⅢおよびⅡbでは木本の定着も確認された(表4)。一般的には、耕作放棄地等で生じる二次遷移は、優占種の生活型レベルでみると一年草→多年草→木本という推移を示し^(17, 18)、植被率および群落高は遷移の進行に伴い高まることが知られている^(17, 19)。本研究により確認された群落型の遷移段階は、Ⅰ→Ⅱ→Ⅲの順に高くなると考えられる。

本調査地では、放棄年数に加えて、水田内における湛水の有無が群落型の分布に影響を及ぼしていた(図2, 表3)。すなわち、群落型Ⅰb, Ⅲbは湛水が確認された湿潤な水田でのみ成立し、群落型Ⅱb, Ⅲaは湛水のない乾いた水田でのみ成立していた。群落型ⅠaとⅡaの多くは湛水ありの水田で確認されたが、一部は湛水なしの水田に成立していた(表3)。群落型Ⅰbと比較して群落型Ⅰaでは、沈水性のシャジクモや浮遊性・抽水性の水田雑草が少なく、非水生植物であるアメリカセンダングサやクサネムが豊富であった(表2)。また、群落型Ⅱaでは、抽水植物であるアシカキやショウブ、ヒメガマの優占度が群落型Ⅱbと比較して高かった。群落型ⅠaとⅡaの立地環境は、群落型Ⅰb, Ⅲbのものより水位が低く乾燥しやすいが、群落型Ⅱb, Ⅲaより湿潤と考えられる。耕作放棄後の水田は地形条件等の影響により乾燥化あるいは湿潤化のどちらかに推移することが知られ、それに伴い放棄後の植生遷移は乾性遷移と湿性遷移に大別されることが多い^(5, 20)。本調査地において確認された群落型Ⅱb, Ⅲaは乾性遷移の系列、Ⅰb, Ⅲbは湿性遷移の系列に属すると考えられる。群落型ⅠaとⅡaは湿田に偏って分布したことから、大まかには湿性遷移系列に属すると考えられるものの、ⅠbやⅢbの属する系列よりは低い土壌水分含量で遷移が進行していると予想される。

ヨシが優占する群落型Ⅲbは耕作放棄後20~50年の湿田で確認され、ミゾソバや高茎の多年草が優占する群落型Ⅲaは耕作放棄後45年経過した乾田上で確認された(表2, 3)。これらの群落型において優占種となったヨシやススキは、耕作放棄水田においてしばしば高い優占度を示し、20年以上に渡り高い優占度を維持する場合がある⁽⁵⁾。本研究の結果は、中山間地域の水田において、ヨシやススキは耕作放棄から50年近く経過しても優占する場合があることを示す。群落型ⅢaとⅢbでは遷移後期種となりうる木本の優占度が相対的に低く(表4)、ヨシやススキの優占状況はさらなる長期に渡り継続する可能性がある。

平地の水田では、耕作放棄後、セイタカアワダチソウ等の外来の多年生高茎草本がしばしば優占し⁽²¹⁾、その遷移段階はヨシやススキが優占する段階に相当すると考えられている⁽²⁰⁾。このような侵略性の高い外来種による優占は、在来生物の生育や種数に対し負の影響を及ぼす場合がある^(22, 23)。本調査地では、群落型Ⅰ, Ⅱにおいてアメリカセンダングサが豊富であったものの、外来の多年生高茎草本であるセイタカアワダチソウやオオハンゴンソウの被度は調査地全体で低かった(表2)。他の中山間地域の放棄水田においても、セイタカアワダチソウ等の優占度が低いことが報告されている^(5, 8)。中山間地域の耕作放棄水田では、外来の多年生高茎草本は優占しにくいと考えられる。中山間地域の放棄水田においてセイタカアワダチソウ等の外来種の優占度が小さくなる理由の解明は、耕作放棄地の遷移機構の理解を促し、外来種管理の発展に繋がると考えられる。

もう一点、今後解明すべき課題として、草刈り等の植生管理が放棄水田の植生に及ぼす影響があげられる。本研究では、少なくとも水田DとJにおいて耕作放棄後も草刈り機による植生の刈り取りが実施されていたことが集落内の農家への聞き取りによりわかっている。類似した事例は他の地域でも報告されている^(20, 24)。草刈り等の植生管理は放棄水田上に成立する群落の種組成や構造、遷移段階に影響を及ぼしうるが⁽²⁰⁾、今回、草刈り等の管理履歴が明確な水

田の数が限られたため、放棄水田上の群落の構造に対する草刈りの効果を検討することはできなかった。今後、調査対象とする耕作放棄水田の数を増やし、放棄年数や土壌水分、植生管理等の情報を拡充することにより、中山間地域の放棄水田上に成立する群落型やその遷移についての理解を深める必要がある。

引用文献

- (1) Katayama N., Baba Y. G., Kusumoto Y., and Tanaka K. (2015) A review of post-war changes in rice farming and biodiversity in Japan. *Agricultural Systems* 132 : 73-84.
- (2) 中島峰広 (1999) 日本の棚田—保全への取組み. 古今書院, 東京.
- (3) Osawa T., Kohyama K., and Mitsuhashi H. (2016) Multiple factors drive regional agricultural abandonment. *Science of the Total Environment* 542 : 478-483.
- (4) 永野昌博・山岸洋貴・佐藤一善 (2009) 棚田と生きる. 十日町市, 新潟.
- (5) 大黒俊哉・松尾和人・根本正之 (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(3) : 245-256.
- (6) 佐藤輝明・中田誠 (2008) 中山間地域の放棄棚田における森林の成立要因. *日本森林学会誌*90(6) : 364-371.
- (7) 加藤和弘 (2016) 生物環境の科学. 放送大学教育振興会, 東京.
- (8) 松村正幸・西村伸郎・西條好廸 (1988) 飛騨地域の山間休耕田における植生遷移. *日本生態学会誌* 38(2) : 121-133.
- (9) 松代町史編纂委員会 (1989) 松代町史 上巻. 松代町, 新潟.
- (10) 宮脇昭 (1977) 日本の植生. 学習研究社, 東京.
- (11) 宮脇昭・藤原陸夫・奥田重俊 (1994) 改訂新版 日本植生便覧. 至文堂, 東京.
- (12) 清水建美 (2003) 日本の帰化植物. 平凡社, 東京.
- (13) 大窪久美子 (2005) 草原のモニタリング調査方法. 日本自然保護協会 (編) 植物群落モニタリングのすすめ—自然保護に活かす『植物群落レッドデータ・ブック』. 文一総合出版, 東京.
- (14) 佐々木雄大・小山明日香・小柳知代・古川拓哉・内田圭 (2015) 植物群集の構造と多様性の解析. 共立出版, 東京.
- (15) Hill M. O. and Gauch H. G. (1980) Detrended corresponded analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42 : 47-58.
- (16) R Core Team (2017) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL : <https://www.R-project.org/>.
- (17) 大黒俊哉・有田博之・山本真由美・友正達美 (2001) 中山間地域における耕作放棄水田の植生変化が復田作業に及ぼす影響. *農村計画論文集* 3 : 211-216.
- (18) 大橋春香・野場啓・齊藤正恵・角田裕志・桑原考史・閻美芳・加藤恵里・小池伸介・星野義延・戸田浩人・梶光一 (2013) 栃木県南西部の耕作放棄地に成立する植物群落とイノシシ*Sus scrofa* Linnaeusの生息痕跡の関係. *植生学会誌* 30(1) : 37-49.
- (19) Nishimura A., Tsuyuzaki S., and Haraguchi A. (2009) A chronosequence approach for detecting revegetation patterns after *Sphagnum*-peat mining, northern Japan. *Ecological Research* 24(2) : 237-246.
- (20) 姜賢敬・大黒俊哉・新國聖子・粟生田忠雄・有田博之 (2004) 中山間地における耕作放棄水田の植生遷移に影響を及ぼす要因に関する研究—岐阜県恵那市における事例—. *農村計画学会誌*23 : 63-70.
- (21) 沼田眞・岩瀬徹 (2002) 図説 日本の植生. 講談社, 東京.
- (22) Saito, T. I. and Tsuyuzaki, S. (2012) Response of riparian vegetation to the removal of the invasive forb, *Solidago gigantea*, and its litter layer. *Weed Biology and Management* 12(2) : 63-70.
- (23) 赤坂宗光・斎藤達也・大澤剛士・黒川俊二・水口亜樹・下野嘉子・西田智子 (2014) 日本国内における外来植物を扱う研究の現状と求められる課題. *雑草研究* 59(2) : 81-92.
- (24) 楠本良延・大黒俊哉・井手任 (2005) 休耕・耕作放棄水田の植物群落タイプと管理履歴の関係—茨城県南部桜川・小貝川流域を事例にして—. *農村計画論文集* 7 : 7-12.

Plant Community Structure of Abandoned Paddy Fields in Mountainous Regions

— A Case Study at Matsudai, Niigata Prefecture, Japan —

Tatsuya I. SAITO* · Makoto KOBAYASHI* · Tomokazu TANI**

ABSTRACT

We assessed vegetation in abandoned paddy fields in the mountainous village of Matsudai in Niigata, Japan. Six community types were distinguished by cluster analysis: i.e., Ia (*Bidens frondosa* community), Ib (*Echinochloa crus-galli* – *Murdannia keisak* community), IIa (*Leersia japonica* community), IIb (*Bidens frondosa* – *Typha latifolia* community), IIIa (*Polygonum thunbergii* – tall perennial herbs community) and IIIb (*Phragmites australis* community). Ia and Ib established on newly abandoned paddy fields, and IIa and IIb occurred on fields abandoned for 3–15 years. IIIa and IIIb occurred in the fields abandoned for 45 years and those abandoned for 20–50 years, respectively. The trend in plot cover, community height and life form spectrum among the community types indicated that the seral stage is earliest in Ia and Ib, followed by IIa-IIb, and IIIa-IIIb in this order. In addition, Ib and IIIb occurred only in flooded fields, while IIb and IIIa developed only in dry fields. The patterns of species composition as well as variability of habitat properties in the communities suggested that soil water content in Ia and IIa was intermediate level between Ib-IIIb and IIb-IIIa. Based on the results of detrended correspondence analysis (DCA), we concluded that both elapsed years after abandonment and soil water content would affect plant community structure on the abandoned paddy fields in this region.