

放棄水田における刈り取り, 耕起, 代かきが 植生に及ぼす影響

Influences on vegetation due to mowing, plowing, and surface soil paddling in abandoned paddy fields

山田 晋 武内和彦 北川淑子

Susumu YAMADA Kazuhiko TAKEUCHI Yoshiko KITAGAWA

(東京大学大学院農学生命科学研究科)

(Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo)

I 研究の背景

1966年に戦後初めてコメの自給が達成され、その後わが国は、1970年の減反政策に象徴される「コメ余り」の時代となった。最大320万ha(1969年)存在した水田は、1999年には268万haに減少し、耕作放棄地は年々増加している。

耕作が行われている水田においてもその圃場形態は、戦後大きく変化した。とくに1951年に公布された農業基本法に端を発する近代圃場整備により、生産性向上のため、全国的に圃場の大区画化(30a以上)、乾田化が促進された(中川, 1998⁸⁾)。そして圃場整備が行われた農地については、圃場整備率が低い地域に比べて放棄率が低い傾向がある。例えば都市的地域においては、整備率60%以上の地域の耕作放棄率は20%未満の地域の1/3程度となっている^{注1)}。

多摩丘陵では丘陵地を開析する谷が多数発達し、こうした地形は谷戸と呼ばれている。また、谷戸に広がる水田は谷戸田と呼ばれている。谷戸田は、もともと湿田を基本とする小規模な水田がほとんどで圃場の大区画化を行うことができず、生産性の面から多くの谷戸田が放棄された。

一方、角野⁴⁾(1997)によると、1989年に発行された日本版レッドデータブックで、絶滅の恐れがあるとされた植物のうち、湿生から水生の植物が170種記載されている。小規模湿田で「昔ながら」

の形態と慣行農作業を行う谷戸田は、湿地性の水田雑草その他の植物が出現し、生物多様性が高い湿地的環境として現在注目を集めている。

水田に出現する植物に関する研究は、笠原⁷⁾(1951)が定義した水田の強害草と呼ばれる雑草のうち、特定の数種に対する報告が数多くなされている。また一方で、全国各地で放棄水田が広がった1970年以降、放棄水田の植生、植生遷移に関する研究が行われ(e.g. 下田・鈴木, 1981¹²⁾、箱山ら, 1977³⁾、大黒ら, 1996¹⁰⁾)、放棄水田の二次植生遷移が明らかになってきた。これらによると、放棄水田の植生遷移は、乾性あるいは湿性遷移をたどり、湿地的な環境で、時にレッドデータ種を含む植物群落が成立することが指摘されている。しかし、農業的のみならず生物多様性保全の観点を取り入れ、放棄水田を実際に復元しようとする場合、管理によってもたらされる植生変化について言及した研究はほとんどみられない。

II 研究の目的

水田に生育する植物の多くは農作業への耐性を備え、適応した種である。本研究の目的は、このことを考慮に入れ、放棄後約20年が経過してヨシ優占群落となった水田跡湿地において、耕起、代かきを行うことで、姿を消した水田的な植物が出現するかを明らかにする。また、水田への復元

を前提とせず、夏期間に頻度の異なる刈り取りを行うことにより成立する群落と、さらに耕起、代かきをおこなった際に成立する群落を比較する。その結果をもとに、生物多様性保全の観点から放棄水田を実際に復元しようとする場合の成立植生に関する新たな知見を得ようと考えた。

Ⅲ 調査地について

調査は東京都町田市の東京都指定図師小野路歴史環境保全地域内の湿性水田跡湿地で行われた。

当水田跡湿地を含む神明谷戸(図1)は、1972年まで稲作が行われていたが、その後放棄され、ヨシが優占する湿地へ遷移が進んだ。1996年、元地権者が中心となり当地を管理するための組合が組織され、環境保全、景観維持のために、主に都有地部分の管理が始まった。神明谷戸の復元は1997年に行われ、同年、谷戸田部分は地上部分がまず刈り取られ、続いて耕起、農道の整備が行われることで、水田区画の形態が復元された。しかし稲作は行われず、これらの区画はその後2年間は、主に6~7月に1回、そして、ヨシの地上部が枯死した後の12月頃の1回、計2回刈り取りが行われ維持されてきた。本実験は復元後3年目にあたる1999年に行われた。

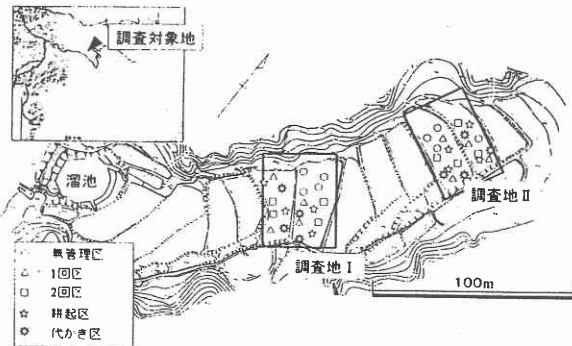


図1 調査対象谷戸と調査地、コドラートの配置

表1 調査地の水分状態

	水分状態	水の流れ	相対的位置関係
調査地 I	四季を通し湛水	停滞水	下部
調査地 II	冬期以外は湛水	水流あり	上部

Ⅳ 調査方法

地上部の刈り取りが植物群落や出現種にどのように影響を及ぼすかを明らかにするために刈り取りを行った。

<刈り取り区>

- ・1回区 6月8~10日に刈り取り
- ・2回区 6月8~10日と、8月22日に刈り取り

また、土壌の攪乱が植生にどのような影響を及ぼすかを明らかにするために6月8~10日の刈り取り後、耕起、代かきを行った。耕起は、スコップにより20cmの深さまでの土壌を反転した。さらに代かきを行う場合は、耕起後、土壌を湛水、細粒化した。

<土壌攪乱区>

- ・耕起区 刈り取り後、6月26日に耕起
- ・代かき区 刈り取り後、6月26日に耕起および耕起後に代かき

この他に夏場、管理を何も行わず、放置する調査区(無管理区)を設置した。

本谷戸内の植生は区画ごとに微妙に異なっている。いずれも、ヨシが優占する群落となっているが、谷戸の上部ではヨシの成長がやや遅く、被度が低下する傾向にあり、出現する植物がかなり異なる(北川・中村, 1997^{注2)})。そこで谷戸下部と上部を区別し、上部、下部に一つずつ調査地を設置し、上記の調査を行った(図1, 表1)。ヨシの生態については、水位の高い点から低い点に沿って草丈、密度が減少するという報告(Kamio, 1982⁹⁾, 1985¹⁰⁾)がある。このため両調査地で地下あるいは、地上水位(以下、単に水位とする)の測定を行った。

調査地設定の際は、調査に十分な面積を確保するため、植生が類似し連続した水田跡区画を一つの調査地とした。両調査地には1m×1mのコドラートを、周辺効果が及ばない区画の中央部分に、ランダムに配置した。そして1回刈り、2回刈り、耕起、代かき処理を施すコドラートを各4個設置した。ただし無管理区の配置については、他管理区からの光条件の良化等の周辺効果を考慮し、まとめて設置した(図1中○印)。耕起、代かきはコドラートを含む1.5m×1.5mの範囲で行った。

これらコドラートを対象とし、年間に3度の植生調査を行い(1999年6月5日, 8月8日, 10月9日), 被度(%), 草高(cm)を測定した。この二者から相対優占度(SDR₂)を求めた。また, 無管理区でヨシ地上部が枯死する前の9月15日, その他のコドラートで10月21日にヨシの本数を記録した。

V 結果

1. 調査地における地下水位の変化

調査地 I は年間を通して常時湛水状態であった。一方, 調査地 II は, 春から秋については, 調査地 I と同様に湛水状態であったが, 晴天が続くと一時的に 15cm 程度水位が低下した。冬季にはこの傾向が続き, 月平均水位も低下した(図 2)。

2. 無管理区での成立植生

管理を行わない場合, 調査地 I におけるヨシの被度と草高は, 6月初めにそれぞれ 90%, 200cm を超えた。9月における密度は 150 本/m² となり(表 2), その下層でアメリカセンダングサ, サヤヌカグサなど数種が生育するのみとなった。Kamio⁶⁾ (1985)の報告にあるように, ヨシの地上部は 9月中旬に枯死し, 10月から4月まで下層に光が届く環境となったが, この時期にも他の植物はほとん

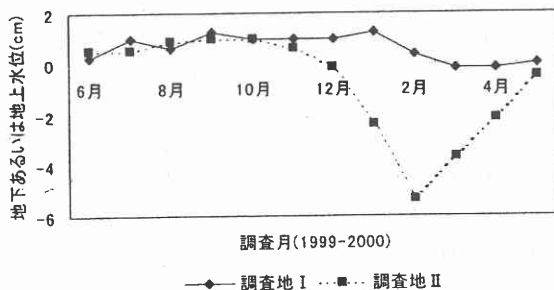


図 2 調査地の地下あるいは地上水位変化

表 3 時期別, 管理区別にみた調査地の出現植物種数

調査時期	調査地 I					調査地 II				
	無管理区	1回区	2回区	耕起区	代かき区	無管理区	1回区	2回区	耕起区	代かき区
第1回(6/5)	6	(7)	(10)	(10)	(10)	26	(16)	(22)	(19)	(19)
第2回(8/8)	5	9	(13)	12	9	15	21	(19)	17	14
第3回(10/9)	5	6	16	16	10	15	17	19	15	16

注1 数値は少なくとも1コドラートに出現した植物種数

注2 ()は管理開始前の数値

ど見られなかった。

調査地 II におけるヨシの被度は, 6月で 30%, 8月で 50%程度であった(第1層)。9月におけるヨシの密度は 50 本/m²であった(表 2)。その下層には 50~100cm の高さにミゾソバ, チゴザサがパッチ状に広がった(第2層)。6月におけるヨシ, チゴザサ, ミゾソバの被度の合計は 50%で 26種の植物が生育していたが, 8月には 110%となり, 15種が生育するのみとなった(表 3)。

3. 夏場の刈り取りにより成立する植生

調査地 I において, 地上一面を覆っていたヨシを 6月上旬に刈り取ると, 約2ヶ月後の8月中旬には, ヨシの被度が 60%に回復した。この時期には, 無管理区の出現種数 5種に対し, 1回区では 9種に増加するものの, 10月(ヨシの被度 80%)における出現種数は再び 6種に低下した(表 3)。刈り取りを行うと, ヨシの地上部は 10月まで枯死せずに生育し続けるため, 10月におけるヨシの被度は, 無管理区よりも 1回区において高くなった。6月上旬に加え, 8月下旬にも刈り取りを行うと, ヨシの下層で生育していたサヤヌカグサが優占し, ヨシの被度は 10%, 密度は 50 本/m²まで低下した。そして 10月の出現種数は無管理区 5種, 1回区 6種に対し, 16種に増加した(表 2, 図 3-1)。

調査地 II においては, 刈り取りの回数増加とともにヨシの被度, 密度は減少した。一方, 第2層を形成するチゴザサ, ミゾソバについては, 草高を下げるものの, 両者の合計の被度にはほとんど変化が見られなかった(図 3-2)。また, 10月における出現種数は刈り取り回数とともにわずかに増加したが(15→17→19種), 調査地 I ほど明

表 2 9月あるいは10月におけるヨシ密度(本/m²)

	無管理区	1回区	2回区	耕起区	代かき区
調査地 I	147	98	46	10	11
調査地 II	46	32	16	10	9

注1 数値は平均値

らかには増加しなかった(表3)。

このように刈り取りを行うことでヨシの被度、密度はおおむね低下し、刈り取りを行う前から下層で生育する植物種の被度が増加する(調査地Ⅰ)か、あるいは変化することなく優占し続ける(調査地Ⅱ)ため、全体として無管理状態と比べ、群落の相観に大きな変化は見られなかった。出現種は水田雑草(笠原, 1951⁷⁾の定義による。以下同様)がほとんどで、その他に水田雑草に含まれない湿生植物が数種出現した(表4)。

4. 土壌攪乱により成立する植生

調査地Ⅰにおいて、土壌の耕起を行うことにより、10月におけるヨシの密度は150→30本/m²へと大きく低下し(表2)、出現種数は、刈り取りを2回行った場合と同水準の16種まで増加した(表3)。耕起に続き代かきを行うことにより、10月におけるヨシの密度は10本/m²まで低下し、出現種数は耕起を行った場合に比べ減少し10種となった(表3)。耕起区で優占したアメリカセンダングサ

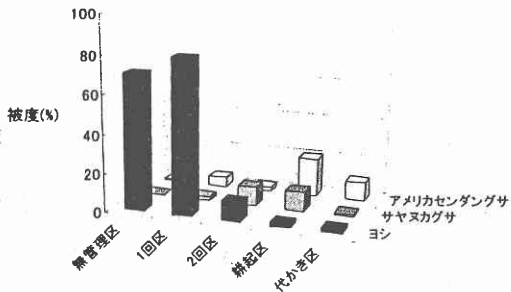


図3-1 各管理区における10月の優占種の被度(調査地Ⅰ)

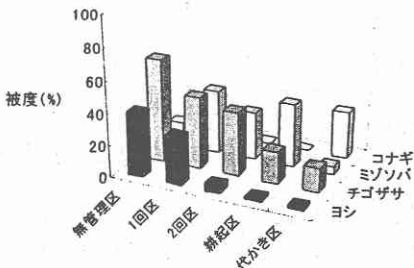


図3-2 各管理区における10月の優占種の被度(調査地Ⅱ)

サ、サヤヌカグサの優占度も低下し(図3-1)、これまで全く見られなかった一年生の水田雑草であるアゼナが一部で優占した。

調査地Ⅱにおいても、耕起によりヨシの密度は減少したが、調査地Ⅰと異なり、出現種数は無管理の場合とほぼ同水準だった(表3)。代かきまで行くと、調査地Ⅰと同様にヨシ密度は10本/m²まで低下した(表2)。出現種数は耕起を行った場合に比べ変化が見られなかった。無管理区および刈り取り区における優占種であるチゴザサ、ミゾソバは耕起を行っても優占したが(それぞれ被度は20%、40%)、両種とも代かきを行うと、全管理区を通し最低の被度(それぞれ15%、5%)となった。また、他の管理では見られなかった一年生の水田雑草、コナギ、チョウジタデが一部で優占した(図3-2, 表4)。

このように、耕起を行うことで、刈り取りを2回行う以上にヨシの被度、密度は低下し、さらに続いて代かきを行うことにより、下層で優占していたチゴザサ、ミゾソバ、サヤヌカグサなどの被度が低下した。そして、他の管理では見られなかった一年生の水田雑草が出現した。このため、群落の相観は大きく変化した。

VI 考察

夏場に1回、あるいは2回の刈り取りを行うことにより、管理前に最優占種(SDR₂)だったヨシは、群落中に残存するものの優占度は低下し、代わってヨシの下層で生育していたチゴザサ、サヤヌカグサなどの根茎植物(R2-3)、ミゾソバなどの匍匐茎植物(R4)が優占した。単立植物(R5)は土壌攪乱を行った場合に比べ、減少した(表4)。坪(1977)は、放棄水田は湿性遷移過程で、根茎、匍匐茎植物が増加するが、その遷移の進行は遅いと報告している。刈り取りのみを行った際の成立群落は放棄水田の湿性遷移過程と類似しており、刈り取りは安定したヨシ群落を遷移途中のR2-4植物が優占する群落に変える効果があることが明らかになった。

刈り取り回数に関しては、ヨシの密度が高い調査地Ⅰでは、刈り取りを2回行うことで出現種が

表4 生活型に注目した10月における全出現種の出現頻度

学名	地下器官	休眠型	無管理区		1回区		2回区		耕起区		代かき区	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Phragmites australis</i>	R1-2	G	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
<i>Equisetum arvense</i>	R1-2	G			1		2	2	1			
<i>Houttuynia cordata</i>	R1-3	G	2					1		1		
<i>Lycopus rumosissimus</i>	R2	H					1					
<i>Epilobium pyrrhotophum</i>	R2	Th				1						
<i>Isachne globosa</i>	R2-3	H		4	1	4	1	4	1	1		2
<i>Leersia sayanika</i>	R2-3	H	2		3		2		3		2	
<i>Lysimachia fortunei</i>	R2-3	H				1		2		1		
<i>Juncus teschenaultii</i>	R3	H					2		1		1	1
<i>Carex maximowiczii</i>	R3	H						4		2		
<i>Juncus effusus</i>	R3	H			1			2				
<i>Kyllinga gracillima</i>	R3	H						3		1		
<i>Solidago altissima</i>	R3	H					1					
<i>Polygonum thunbergii</i>	R4	Th	2	4	3	4	3	4	2	4	2	2
<i>Ancilema keisak</i>	R4	Th			1	4	2	2	2	1	2	2
<i>Oenanthe javanica</i>	R4	H	1	3	3	2	1	1	1			
<i>Polygonum nipponensis</i>	R4	Th		1		2		2		1		2
<i>Polygonum sieboldii</i>	R4	Th			1			1				
<i>Microstegium vimineum</i>	R4	Th				1		1				
<i>Glechoma hederacea</i>	R4	H			1							
<i>Rotala indica</i>	R4	Th						1				
<i>Polygonum pubescens</i>	R4	Th								1		
<i>Bidens frondosa</i>	R5	Th	3	3	4	1	4		4	3	4	3
<i>Lindernia procumbens</i>	R5	Th					1		1	1	1	1
<i>Ludwigia epilobioides</i>	R5	Th					1		1	2	1	2
<i>Hypericum laxum</i>	R5	H						1	2		1	2
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	R5	Th				2		2			1	2
<i>Scirpus obivianus</i>	R5	Th						1			1	2
<i>Panicum bisulcatum</i>	R5	Th			1		2		2			1
<i>Cyperus orthostachyus</i>	R5	Th				2			1			1
<i>Cyperus globosus</i>	R5	Th				2						1
<i>Monochoria vaginalis</i>	R5	Hy(Th)										3
<i>Cardamine flexuosa</i>	R5	Th(w)							1			
<i>Ranunculus cantoniensis</i>	R5	Th(w)					1					
<i>Typha latifolia</i>	R1	Hy							1			1
<i>Typha orientalis</i>	R1	Hy			1		1					
<i>Pilea hamaoi</i>	R2	Th				2	1	1				
<i>Viola verecunda</i>	R2	Th					1		1			
<i>Hedyotis lindleyana</i>	R5	Th										1
<i>Salix integra</i>	R5	N					1					

注1 I:調査地I II:調査地II
 注2 A:笠原¹⁾の耕地雑草(ドクダミ*Houttuynia cordata*以外は水田雑草) B:その他の植物
 注3 休眠型、地下器官型は日本原色雑草図鑑(沼田・吉村, 1968²⁾)による
 (R1-3:根茎植物, R4:匍匐茎植物, R5:単立植物)
 注4 表中の数字は出現コードラート数(4が最大)

大きく増加した。調査地IIでも刈り取り回数が1回よりも2回で、出現種数がわずかに多かった。以上から、水田跡湿地における夏場2回の刈り取りは、特にヨシが高密度で優占する群落で、出現種数増加に寄与しており、密度がそれほど高くない場合でも、減少の方向には寄与していないと考えられた。本調査対象地では、1997年(谷戸が復元された年)から98年に、水田跡区画ごとの植生調査が行われ、夏場に1回の刈り取りを2年間継続すると2年目に、出現種数が減少する傾向が見られる(北川, 未発表)。このことから、夏場に1回の刈り取りでは、出現種数の維持が難しく、2回の刈り取りが必要であることが推測される。

一方、耕起、代かきを行うことで群落は大きく変化した。ヨシは耕起を行うことで減少したが、その下層の優占種は耕起後に代かきを行うことで初めて減少した。かわって管理前には存在しなかった一年生の単立型(R5)水田雑草(コナギ、チ

ヨウジタデ、アゼナ)が優占種となり、水田雑草群落への遷移が観察された。例えば、山形県で3年連続稲作を行わず、代かきにより管理した水田では、出現種はほとんど水田雑草で、耕起に比べ遷移は少なく、出現種数も低く維持される(斎藤ら, 1978¹¹⁾)という結果が示されている。

刈り取りと、耕起および耕起後の代かきにおける出現種数には、明確な大小関係は確認されなかった。

刈り取りは、植物体の地上部が一時的に消失するという効果と、下層の光条件を改善することで、出現植物種数が増加するという効果を持っている。調査地Iで刈り取り回数の増加とともに出現種数が大きく増加したことから、地上部の消失よりも、光条件の改善が大きく働いたと考えられる。耕起は、根茎を分断する効果と、埋土種子の発芽を促す効果がある。耕起に続く代かきは、植物体全体を地中に埋め込み、発芽を抑制する効果があると考えられる。

耕起後の代かきにより、調査地Iでは、耕起のみに比べ出現種数が減少したが、調査地IIでは大きな変化が見られなかった。しかし、優占種の被度については大きく低下し、被度について上記の効果が確認された。

安西・松本²⁾(1988)によると、水田が休耕されると、3年を境に大型多年生草本が侵入し、植生が大きく変化する。1年間という短期の結果からの推測で、また、水分等他の条件にもよるが、放棄水田を数年単位のサイクルで耕起および代かき管理をすることが、水田雑草を中心とする湿生植物の維持管理に効果があると考えられた。

VII 結論

本研究は、耕作放棄後約20年が経過し、1997年から夏場に地上部の刈り取り管理が行われている水田跡湿地において、1999年に刈り取り、耕起、耕起後の代かきを行った際の植生変化を調査した。

水田跡湿地で代かきを行うことにより、それまで見られなかった一年生の水田雑草が出現し、水田雑草群落への遷移が見られた。また、夏場に2回の地上部の刈り取りを行うことで、ヨシの優占が抑えられ、下層で生育する植物が優占化した。そして、根茎や匍匐茎を持つ植物を中心とした特有の群落が成立した。

出現種数は、刈り取りと、土壌攪乱を行った場合とで、明確な相違は見られなかった。出現種数を増加させることを主目的にするのであれば、必ずしも復田を前提とするのではなく、夏場に2回の地上部の刈り取り、あるいは耕起を行えばよいことが明らかになった。

また、水田雑草にこだわらず、湿生植物に適する環境を維持しようとする場合には、夏場に2回の刈り取りを行うことが適当であると考えられた。一方、代かきによりはじめて出現する水田雑草が見られたことから、耕起と代かきを管理にとり入れることで、減少傾向にある水田雑草を生育させる環境が復元できることが示唆された。

謝辞

調査対象地を管理する町田歴環管理組合の理事長・田極公市氏には、当地の調査、管理を進める上で、いろいろと便宜を図っていただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

注釈

注 1) 平成 11 年度食料、農業、農村の動向に関する年次報告

注 2) 北川淑子・中村京子(1997): 神明谷戸における谷戸田の管理手法および水田耕作跡地の植物の多様性に関する調査。歴環通信(町田歴環管理組合発行)、1、8-9。

参考文献

- 1) 坪存(1977): 休耕田の雑草。遺伝, 31(11), 29-35.
- 2) 安西徹郎・松本直治(1988): 水田の休耕にともなう雑草の発生状況と土壌の変化。千葉県農試報, 29, 93-104.
- 3) 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。日作紀, 46, 29-227.
- 4) 角野康郎(1997): 水辺の環境と絶滅危惧生物。遺伝別冊, 9, 78-85.
- 5) Kamio, A. (1982): On the process of polder land drainage and structural changes of *Pragmites communis* community in the Hachirogata center polder. Jap. J. Ecol., 32, 357-364
- 6) Kamio, A. (1985): Studies on the drying of marshy and heavy clay soil ground by means of vegetations-changes in soil water caused by evapotranspiration of *Pragmites communis*-. Yamagata Agr. For. Soc. 42, 53-60.
- 7) 笠原安夫(1951): 本邦雑草の種類及地理的分布の研究第4報。農学研究, 39(4), 145-154.
- 8) 中川昭一郎(1998): 圃場整備と生物多様性を考える。農林水産技術研究ジャーナル, 21(12), 3-8.
- 9) 沼田真・吉沢長人(1968): 日本原色雑草図鑑。全国農村教育協会, 東京, 334pp.
- 10) 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。日生誌, 46, 245-256.
- 11) 斎藤博行・笠原喜久夫・山崎栄蔵(1974): 休耕田の管理方式と雑草発生消長に関する研究。山形農試報, 8, 135-146.
- 12) 下田路子・鈴木兵二(1981): 西条盆地(広島県)における休耕田の植生。Hikobia, Suppl., 1, 321-339.

Succession and the number of species were investigated in wet, abandoned paddies, undergoing various treatments(mowing once or twice a year, plowing, and surface soil paddling) in the Tama Hills(western Tokyo). *Phragmites australis* was dominant before such management was performed in these paddies. In plowed plots, most of the *P. australis* disappeared. In padded plots, in addition to *P. australis*, other dominant species such as *Isachne globosa* and *Polygonum thunbergii* also disappeared, and erect stem paddy-weeds became dominant. In mowed plots, the density of *P. australis* gradually decreased with increasing mowing frequency, and prostrated or rhizome paddy-weeds increased. The number of species in the plots mowed once was sometimes higher than that in the plots mowed twice.