

水田畦畔の植生に与える除草の影響

林 春 菜・富 永 達

Effects of mowing on levee flora

HARUNA HAYASHI and TOHRU TOMINAGA

要 旨：水田畦畔に生育する植物の多様性維持機構を明らかにするために、京都府精華町下狛、京田辺市上羽山及び宮津市上世屋の5か所のそれぞれの水田畦畔と放棄水田の畦畔において、そこに出現する種の被度及び密度を1999年5月から2000年4月まで経時的に調査した。これらをもとにShannonの情報量を算出し、種多様度とした。水田畦畔は、放棄水田の畦畔と比較して種多様度が高く、出現種数も多い傾向にあり、それらの季節変化が明瞭であった。また、多年生雑草の占める比率は低かった。これは、毎年、年に数回行われる除草によって、セイタカアワダチソウなどの大型の種が優占することが抑制されているためであると考えられた。それぞれの畦畔は異なる植生を示し、また、種多様度の季節変化の様態も多様であった。除草をはじめとする管理方法がそれぞれの畦畔で異なることが、水田を中心とする生態系における植物の多様性を維持する機構として働いていると推定された。

(2004年9月10日受理)

キーワード：基盤整備, 雑草, 除草, 水田畦畔, 生物多様性, 放棄水田

緒 言

人間の適度な干渉によって維持されてきた里地や里山に代表される二次的自然, 特に, 伝統的な農業生態系は固有性が高いが(鷺谷, 1999), 第二次世界大戦後の生活様式の急激な変化にともなって質的に変容し, そこでの生物多様性は急速に低下している(角野・遊磨, 1995; 芹沢, 1995; 鷺谷・矢原, 1996)。農業生態系における生物多様性は, 食料生産の持続性をもたらすための生態的戦略の要であり(Altieri, 1999), ここに生育する生物の多様性の維持機構を明らかにすることは重要である。

水田の畦畔は, 水田間を縦横に結ぶ通路としての機能や水田の湛水を維持する機能をもっている。また, 水田の代掻き, 湛水後はコリドーとしての機能も果たしている。いわゆる伝統的な水稻栽培が行われてきた水田の畦畔は, かつては採草地として利用され, 踏みつけや草刈り, 火入れなどの人為的な攪乱に永年さらされてきた。その結果, 水田畦畔には, 多様な植物からなる固有の半自然植生が発達してきた(清水, 1998)。しかし, 近年の基盤整備事業や水田の耕作放棄あるいは休耕によって

畦畔植生に質的な変化が生じていると考えられる。

本研究では, いわゆる伝統的な水田畦畔と基盤整備された水田畦畔, さらに, 耕作が放棄された水田の畦畔における植生を比較し, 畦畔の管理, 特に除草がその植生に与える影響を出現種の多様性の観点から解析した。

材料及び方法

1. 調査地とその概要

調査は, 1999年5月から2000年4月にかけて京都府内の以下の3地区の5か所それぞれの水田とそれに隣接する放棄水田の畦畔で行った。

精華町下狛; 1981年から1994年にかけて基盤整備事業が行われ, 大規模な水田が整然と配置されている。この地区では, 2か所(下狛A及びB)を調査対象とした。調査対象の放棄水田は, いずれも放棄されてから約10年が経過していた。

京田辺市上羽山; 1992年頃に基盤整備事業が行われた。この地区でも2か所を調査対象とした。調査対象のうち, 1か所(上羽山A)の放棄水田では1998年には水稻栽培が行われていた。また, もう1か所(上羽山B)

*京都府立大学大学院農学研究科生物生産環境学専攻

Bioresource Production and Environmental Science Course, Graduate School of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Seika, Kyoto 619-0244, Japan

の放棄水田は、1993年頃から放棄され、畦畔の管理も行われていなかったが、1998年頃から一年に2回程度、畦畔を含む放棄水田の一部で除草作業が行われていた。

宮津市上世屋；基盤整備事業は行われておらず、小規模の湿田が棚田状に存在している。調査対象の放棄水田は、少なくとも5年以上放棄されていることが、そこに生育するススキの株の大きさから推察された。なお、この地区では1999年12月から2000年3月まで多量の積雪があり、この積雪のために調査することができなかった。

2. 調査方法

50cm×50cmのコドラートを一畦畔当り任意の5か所に設置し、出現種、それらの被度及び密度を精華町及び京田辺市の調査地では約二週間ごとに、宮津市の調査地では約一か月ごとに調査した。

出現種の被度及び密度を、当該種がコドラート内に高密度で全面に生育している場合にはランク5、3/4程度の場合にはランク4、1/2程度の場合にはランク3、1/4程度の場合にはランク2、1/10程度の場合にはランク1、ごくわずかな場合にはランクrとして種ごとに記録した。山口ら(1998)の方法に従って、ランク5を0.9、ランク4を0.75、ランク3を0.5、ランク2を0.25、ランク1を0.1、ランクrを0.01と数値化し、Shannonの情報量($-\sum p_i \ln p_i$ 、ただし、 p_i はi番目の種のランクに対応した値)を算出し、種多様度とした(伊藤・宮田, 1977)。

結 果

精華町下狛；下狛Aの水田畦畔では夏季にイヌビエ(*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*)が優占したが、それ以外の季節に特定の種が優占することはなかった。また、放棄水田及びその畦畔の一部にはヨシ(*Phragmites communis* Trin.)が侵入し、群落を形成していた。放棄水田の畦畔のおもな構成種は、ヨシ、セイタカアワダチソウ(*Solidago altissima* L.)及びチガヤ(*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv.)であった。この調査区における水田畦畔と放棄水田の畦畔における種多様度はほぼ同様に推移した(第1図A)。両畦畔の年間除草回数は前者が2回、後者が1回で、放棄水田の畦畔では、除草一ヶ月後に火入れが行われた。

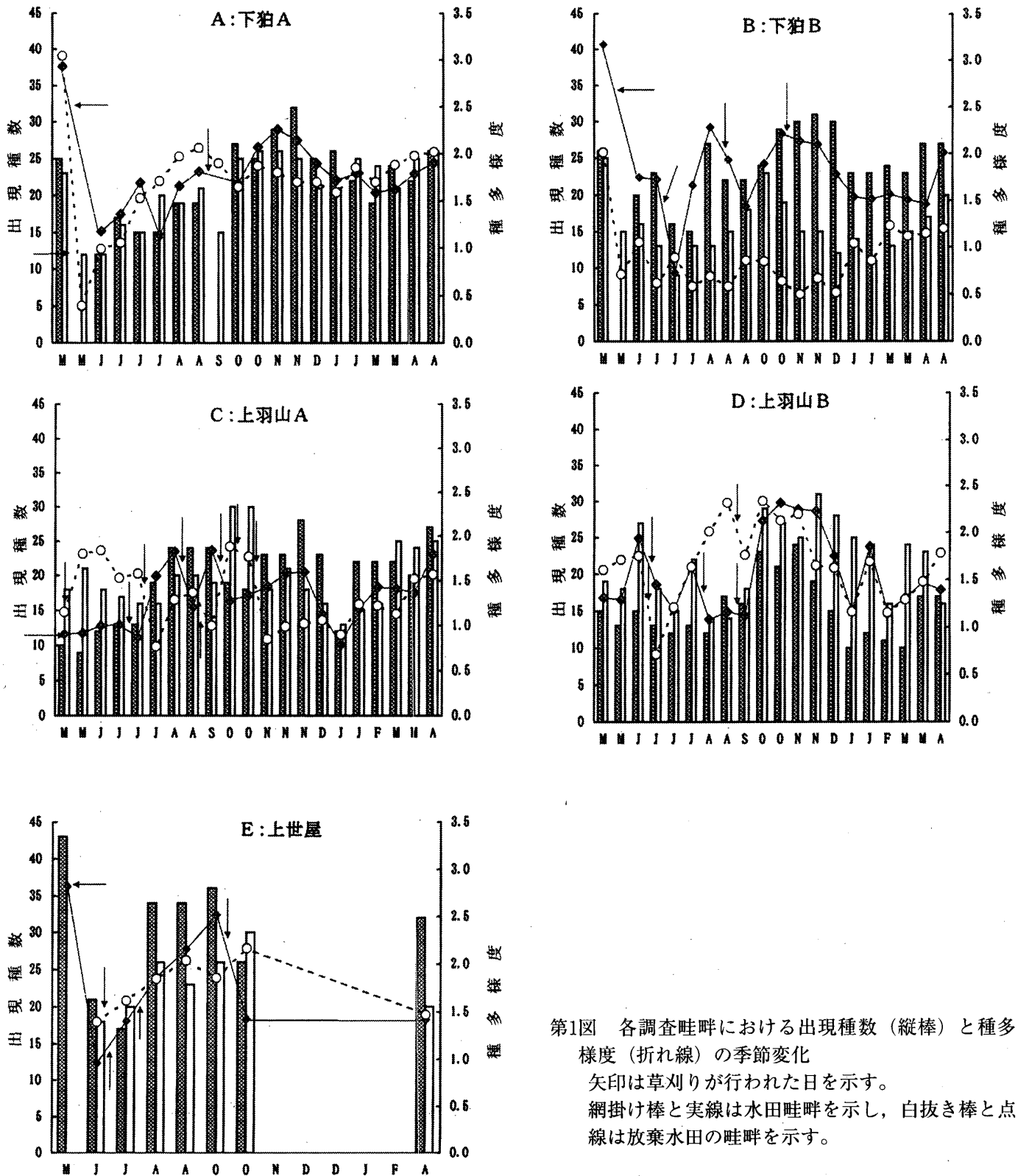
下狛Bの水田畦畔には一年生植物が多く出現した。初春にヤハズエンドウ(*Vicia angustifolia* L.)やオオジシバリ(*Ixeris debilis* A. Gray)が、盛夏にはオオチドメ(*Hydrocotyle ramiflora* Maxim.)及びメヒシバ(*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.)が優占した。一方、放棄水田は約10年間、草刈りを含む管理作業が何も行われておらず、この畦畔ではセイタカアワダチソウが優占し、冬季にはその枯死個体が畦畔を覆っていた。ここでは、種多様度の季節変化は水田畦畔と放棄水田の畦畔で大きく異なり(第1図B)、放棄水田の畦畔の種多様度はセイ

タカアワダチソウの草高が高くなる5月下旬から低下し、水田畦畔の種多様度が高くなった8月から11月にかけても低い状態で推移した。その後、セイタカアワダチソウの地上部が枯死し、群落の中に光が入り始めた1月から種多様度は上昇し始めた。水田畦畔においては、除草作業の直後に種多様度がいったん低下した。また、夏季にはオオチドメ及びメヒシバなどの優占度が高くなり、種多様度が一時的に低下した(第1図B)。

京田辺市上羽山；上羽山Aの水田畦畔にはコケ植物やシバ(*Zoysia japonica* Steud.)、草高の低いチガヤが優占し、その他にシロツメクサ(*Trifolium repens* L.)やスズメノヤリ(*Luzula capitata* (Miq.) Miq.)が出現した。この調査区の水田畦畔では、年4回の草刈りと踏みつけの結果、生長点の位置が低い種や匍匐性の種が優占し、また、草高が可塑的に低くなった種が生育していた。この調査区の放棄水田は放棄されてから一年が経過しただけで、放棄水田の畦畔においても年4回の草刈りが行われていた。この調査区の種多様度は5月から7月まで放棄水田の畦畔の方が高かったが、それ以降10月を除いて水田畦畔の方が概して高くなった(第1図C)。水田畦畔の種多様度は1月11日に最低となった。また、放棄水田の畦畔では、10月下旬の除草作業後は翌年3月まで種多様度の上昇が認められなかった。

上羽山Bの水田畦畔には、初春にはオオイヌノフグリ(*Veronica persica* Poir.)が、夏季から秋季にかけてはメヒシバ及びキツネノマゴ(*Justicia procumbens* L.)が、そして一年を通してチガヤが高い被度と密度で生育していた。この調査区の放棄水田は1993年頃から放棄され、この放棄水田の畦畔では1997年頃まで除草作業がまったく行われていなかった。ここでは、セイタカアワダチソウ及びチガヤが優占し、秋季以降に種多様度が低下した。また、水田畦畔でも放棄水田の畦畔でも、1月25日の調査で種多様度がいったん上昇したが、このような傾向は他の調査区では認められなかった(第1図D)。

宮津市上世屋；上世屋地区では、水田畦畔の全体を高密度に覆う種は出現しなかった。フキ(*Petasites japonicus* (Sieb. et Zucc.) Maxim.)やワラビ(*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn var. *latiusculum* (Desv.) Underw.)が生育し、山菜として利用されていた。他の調査畦畔では出現しなかったコシロネ(*Lycopus ramosissimus* Makino var. *japonicus* (Matsum. et Kudo) Kitam.)とミゾソバ(*Persicaria thunbergii* (Sieb. et Zucc.) H. Gross)がここでは生育していた。放棄水田の畦畔では亜低木のクサイチゴ(*Rubus hirsutus* Thunb.)が生育していた。なお、12月20日の積雪深は50cmに達し、2月26日には80cmの積雪があった。積雪の下ではヨモギ(*Artemisia princeps* Pamp.)、ゲンノシヨウコ(*Geranium nepalense* Sweet subsp. *thunbergii* (Sieb. et Zucc.) Hara)及びチガヤが生育していた。この地区の水田畦畔と放棄水田の畦畔では草刈り後の種多様



第1図 各調査畦畔における出現種数（縦棒）と種多様度（折れ線）の季節変化
 矢印は草刈りが行われた日を示す。
 網掛け棒と実線は水田畦畔を示し、白抜き棒と点線は放棄水田の畦畔を示す。

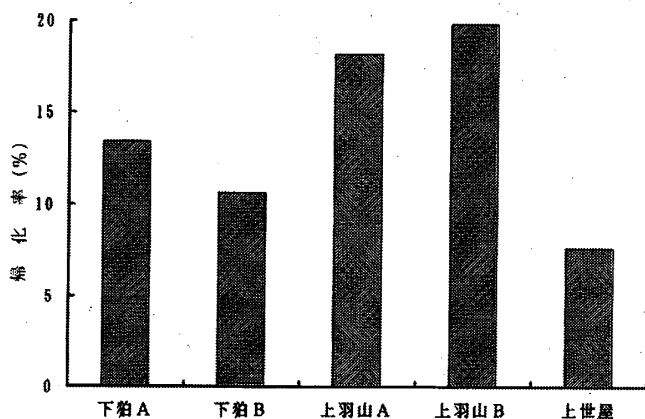
度の回復が早いことが共通して認められた。6月15日と7月26日の調査の間に少なくとも1回は草刈りが行われており、他の調査区で通常みられる草刈り後の種多様度の

著しい低下はここでは認められず、7月26日の種多様度は水田畦畔及び放棄水田の畦畔ともに6月15日より高くなっていた（第1図E）。

考 察

農耕地に生育する植物の多様性に大きな影響を与える栽培管理の一つは除草作業である。水田畦畔では、除草剤を使用するとそこに生育する植物の地下部が枯死し、畦畔が崩壊する危険があるため、除草剤はほとんど使用されず、もっぱら地上部の刈り払いが行われている。水田畦畔では、毎年、年に数回、そこに生育する植物の地上部が刈り取られることによって、草高の高い種だけが優占することが抑制され、草高の低い種も生育し、種多様度が高く維持されていると推察される。逆に、除草作業などの管理が行われていない放棄水田の畦畔においては、特定の一年生植物や多年生植物が優占する群落を経て木本群落となり（下田，2000）、遷移の段階によっては、種多様度が著しく低下する状態が考えられる。調査した水田畦畔の草刈り回数は一年に2回から4回で、水稻が作付けされていない放棄水田の畦畔では、草刈りがまったく行われていない畦畔もあれば、一年に4回の草刈りが行われている畦畔もあった。稲作を放棄したあるいは休耕している水田の畦畔であっても、水稻作を継続している水田が周囲にあるため、ある程度の除草が行われている場合が多かった。

全ての調査区において、水田畦畔では数種で構成される小群落がモザイク状に分布する傾向があった。また、隣接する放棄田や当該畦畔でセイタカアワダチソウやヨシが優占する場合でも、水田畦畔ではそれらが大型化して優占することはなかった。水田畦畔では、大型の種が出芽しても、実生の段階から人間による踏みつけあるいは草刈りのために、草高が高くなる。一般に、放棄水田の畦畔は水田畦畔より種多様度が低く、出現種数も少ない傾向があった（ $P < 0.05$ ，第1図）。出現種数及び種多様度が最高値を示したのは、どの調査区においても5月と10月あるいは11月で、水田畦畔の種多様度及び出現種数の季節変化は明瞭であった。しかし、放棄水田の畦畔では種多様度と出現種数の季節変化が小さかった（第1図）。また、水田畦畔においては畦畔管理が行われる水



第2図 各調査地区における帰化率 (%)

稲栽培期間中より栽培終了後に種多様度及び出現種数の増加がみられた。一方、草刈り回数により少ない放棄水田の畦畔においては、このような増加は認められなかった。これらの結果から、種多様度及び出現種数において認められた季節変化は畦畔の管理、特に草刈りの頻度に依存すると考えられる。水田畦畔における草刈りをはじめとする管理作業によって少数の種が優占することが抑制され、多くの種が季節変化を伴って生育するようである。

ある畦畔で一年間に出現した帰化植物数をその畦畔で出現した全種数で除した値を帰化率と定義し、それぞれの調査区の帰化率を第2図に示した。調査した3地区間で帰化率に有意な差異が認められ（ $P < 0.05$ ），上羽山地区、下羽地区、上世屋地区の順に帰化率が低くなった。この差異は調査畦畔の立地に起因していると考えられる。すなわち、上世屋地区の調査畦畔は車両の通行量が少ない道路に面し、基盤整備がまだ行われておらず、従来の植生が保存されており、帰化植物の侵入の余地がなかったためと考えられる。一方、下羽地区及び上羽山地区の調査畦畔は車両の通行量が多い道路に隣接し、基盤整備事業により従来の畦畔植生が完全に破壊され、裸地になった畦畔に帰化植物が侵入したと考えられる。基盤整備後の畦畔に帰化植物が侵入し、定着する要因として、大窪・前中（1995）は基盤整備に伴う土壌の攪乱や周辺からの在来植物の種子供給量の減少を指摘している。また、乾田化や周辺からの帰化植物の種子供給量の増加も主要な原因と考えられる（伊藤ら，1999）。

植生は常に変化しており、攪乱せずに放置すると一年生植物中心の群落から多年生植物群落を経て木本群落へ移行する（下田，2000）。人間が管理する農耕地においては、草刈りや火入れなどの農作業とそれとともなう踏圧によって遷移がある一定の段階で止められている。本研究においても、より管理作業の頻度が低い放棄水田の畦畔において多年生植物の占める割合が高い傾向が認められた。

本研究で調査対象とした畦畔では、それらが同一地区内にあった場合においても、畦畔一本一本がそれぞれ異なる植生を示し、種多様度の季節変化も多様であった。これは、一本の畦畔それぞれについて除草をはじめとする管理方法が異なっていたためであると考えられる。農耕地は地理的な条件や耕作者の管理作業の頻度や強度が様々であるために、豊かな多様性を維持しているのであろう。

引用文献

- Altieri, M. A. (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, 19-31.
- 角野康郎・遊磨正秀 (1995) 「ウェットランドの自然」,

保育社

- 伊藤秀三・宮田逸夫（1977）「種多様度の測度」, 伊藤秀三編「群落の組成と構造」83-94. 朝倉書店
- 伊藤貴庸・中山裕一郎・山口裕文（1999）伝統的畦畔と基盤整備畦畔における植生構造とその変遷過程, 雑草研究 44, 329-340.
- 大窪久美子・前中久行（1995）基盤整備が畦畔草地群落に及ぼす影響と農業生態系での畦畔草地の位置づけ, ランドスケープ研究 58, 109-112.
- 芹沢俊介（1995）「人里の自然」, 保育社
- 清水矩宏（1998）「水田生態系における植物の多様性と

- は何か」, 農林水産省農業環境技術研究所編「水田生態系における生物多様性」82-126. 養賢堂
- 下田路子（2000）「水田の植物相」, 自然環境復元協会編「農村ビオトープー農業生産と自然との共存ー」123-134. 信山社サイテック
- 鷺谷いずみ（1999）「生物保全の生態学」, 共立出版
- 鷺谷いずみ・矢原徹一（1996）「保全生態学入門ー遺伝子から景観まで」, 文一出版
- 山口裕文・梅本信也・前中久行（1998）伝統的水田と基盤整備水田における畦畔植生, 雑草研究 43, 249-257.