

水田畦畔および法面植生の多様性と雑草根系

宇都宮大学野生植物科学研究センター 助教授 小笠原 勝

はじめに

雑草は農業生産場面においては、これまで作物収量や農作業効率などを低下させるマイナス要因としてのみ捉えられてきた感がある。したがって、従来の雑草研究の大半が防除研究に費やされ、根系研究もまた雑草の繁殖戦略や除草剤に対する感受性などを解明するためのものであった。しかし、農業生態系全体を視野に入れた場合、雑草は必ずしも排除の対象ではなく、場所によってはむしろ積極的に保全すべき有用な資源と考えられる。例えば、水田畦畔と法面は耕作地である水田そのものの維持に必要不可欠であるばかりでなく、農村景観に地域性豊かな彩りを加えるための必須の要素でもあり、その多面的な機能は雑草を主たる構成要素とする地域植生に大きく依存している。しかし、このような場面においても、全ての雑草種が保全の対象となるとは限らない。競争種的な特性を有するセイタカアワダチソウやオオアレチノギクなどの大型の帰化雑草は景観を損ねるばかりでなく在来雑草を駆逐することから防除すべきかも知れない。

一方、最近になって、環境保全の観点から、農業生態系においても生物多様性の重要性が指摘されるようになってきた。生物多様性は生態学や分子遺伝学などの観点から活発に研究されているが、農業との関わりについては十分に検

討されておらず、「生物多様性」という言葉が独り歩きしているようにも思える。農業とは土地を攪乱し単一作物を集約的に栽培する行為であり、一見、環境保全や生物多様性とは相容れないものと考えられるが、実際には、水田の畦畔や法面などのように、その機能を維持する上で生物多様性が極めて重要な意味を持つ場面が農業生態系の中に含まれていることを理解することが必要である。

ここでは、平成15年の秋期に栃木県内で行った水田畦畔および法面植生の調査結果の一部を紹介しながら、農業生態系における生物多様性の必要性を雑草根系と関連づけて述べてみる。

1. 水田畦畔および法面植生の多様性

まず、基盤整備前の伝統的な水田畦畔および法面と呼ばれている場所の植生が如何に多様であるかについて述べてみたい。平成15年9月16日から9月18日にかけて、栃木県内の基盤整備前の水田圃場において、水路を含む総計278ヶ所の水田畦畔および法面の植生をコドラート法により調査した。その結果、表-1に示すように、調査地域全体において総計45科150種の雑草が観察され、秋期だけの調査にも関わらず、極めて多種類の雑草が水田畦畔および法面に生育していることが明らかになった。春期の植生調査はまだ実施していないが、恐らく年間を通

表－1 基盤整備前の水田畦畔および法面で観察された主な雑草とその出現率(%)

全体		畦畔		法面	
1. メヒシバ	73.4	1. メヒシバ	76.6	1. メヒシバ	68.7
2. ノチドメ	61.9	2. ノチドメ	68.9	2. ノチドメ	56.6
3. シロツメクサ	52.9	3. シロツメクサ	61.7	3. ヒメジョオン	52.5
4. ヒメジョオン	47.8	4. ヨメナ	51.3	4. キンエノコロ	43.4
5. ヨメナ	44.2	5. ヒメジョオン	43.5	5. カタバミ	39.4
6. オオバコ	31.3	5. オオバコ	42.2	5. シロツメクサ	39.4
7. キンエノコロ	28.4	5. ヘビイチゴ	29.9	7. ヨメナ	37.4
8. オオジシバリ	28.1	8. ヒメクグ	29.2	8. ヨモギ	36.4
9. ヒメクグ	25.2	8. イヌガラシ	26.7	9. オオジシバリ	33.3
10. スギナ	22.7	8. オオジシバリ	25.3	10. チガヤ	32.3
10. ヘビイチゴ	22.7	11. オオイヌノフグリ	24.1	11. カキドオシ	28.3
12. オオイヌノフグリ	22.3	12. ノシバ	22.1	12. キツネノマゴ	25.3
12. ノシバ	22.3	12. スギナ	20.8	13. ノシバ	24.2
14. イヌガラシ	21.6	12. キンエノコロ	19.5	13. スギナ	24.2
15. カキドオシ	21.2	12. スズメノヒエ	18.8	15. オオイヌノフグリ	22.2
15. カタバミ	21.2	16. カキドオシ	18.2	16. ツユクサ	21.2
17. ヨモギ	20.1	16. トキンソウ	14.9	17. イヌガラシ	19.2
18. ツユクサ	19.1	16. ツユクサ	14.3	18. イヌタデ	18.2
19. チガヤ	18.3	16. ノミノフスマ	14.3	18. スズメノヒエ	18.2
20. スズメノヒエ	16.9	16. ヒメヒラテンツキ	14.3	20. コモチマンネングサ	17.2
				20. エノキグサ	17.2
総出現種数	150種		71種		122種
調査カ所数	278カ所		25カ所		99カ所

した雑草種は優に200種を超えるものと予想され、しかも冬期間に生育する雑草種は相対的に少ないと考えられるものの、春雑草、夏雑草、冬雑草が年間を通して間断なく生育していると推察される。また、表－2に示すように、観察された全雑草種の内、帰化雑草はわずか20種（帰化雑草率：13.6%）に過ぎなかったことから、調査地域の植生はゲンノショウコやワレモコウなどの在来雑草が良く保存され、極めて地域性の高い植生であることが判明した。さらに、表－3に示すように、出現雑草を休眠型から類型化したところ、一年生雑草と多年生雑草はそれぞれ表－2 基盤整備前の水田畦畔および法面で観察された帰化植物

1. ナガバギンギシ	11. タケトアゼナ
2. オランダミミナグサ	12. オオイヌノフグリ
3. コハコベ	13. ヒメジョオン
4. オランダガラシ	14. ハルジオン
5. シロツメクサ	15. ハキダメギク
6. オッタチカタバミ	16. セイタカアワダチソウ
7. オオニシキソウ	17. ノゲシ
8. コニシキソウ	18. セイヨウタンポポ
9. メマツヨイグサ	19. スズメノチャヒキ
10. アメリカアゼナ	20. ナガハグサ

帰化植物率：20/147=13.6（%）

れぞれ全体の36.1%および61.2%を占め、木本類はわずか4種類の2.7%に過ぎず、多年生雑草はさらに地表植物、半地中植物、地中植物および水湿植物に分けられ、それぞれの全体に占める割合は10～20%前後であることが判明した。この結果は、調査した水田畦畔および法面の植生が一年生雑草と多年生雑草をほぼ1：2の割合で含むということだけでなく、多種類の多年生雑草の根系が土壌表層から地下深くまで空間的に棲み分けていることを示すものである。地下器官型から類型化した場合にも、連絡体を持たない単立型が約半数を占めたが、様々な範囲に根茎を伸長させる匍匐型が残りの半数を占めることが明らかになった。このように、基盤整備前の水田畦畔および法面植生は種類だけでなく休眠型や地下器官型などの生活型において様々なタイプの雑草を含む植生であることが明らかになった。後述するが、むしろ、雑草の種類の豊富さよりも生活様式が多様さの方が水田法面および畦畔において重大な意味を持っている可

表-3 水田畦畔および法面に出現した雑草の生活型

生活型		全体に占める割合 (%)	
休眠型	Th, Th(w), Th/Th(w)	36.1	
	Ch, Ch/Th(v)	12.9	
	H, H/G, H/Th(v, w)	22.4	
	G	14.3	
	HH, HH(Th)	11.6	
	M	2.0	
	N	0.7	
散布器官型	D1, D1/4	26.2	
	D2, D2/4	8.3	
	D3, D3/2	12.4	
	D4, D4/1, D4/5	51.0	
	D5, D5/2, D5/4	2.1	
地下器官型	R1-2, R1-3	4.8	
	R2-3	4.8	
	R3	22.1	
	R4	17.2	
	R5	51.0	
生育型	b, b-l, b-p, b-pr, b-ps	22.2	
	e, e-b, e-, p	22.9	
	l, l-b	6.3	
	p, p-b, p-e, p-l, p-ps, pr, pr-b, ps, ps-b	27.8	
	r	2.1	
	t, t-e, t-p	18.8	
休眠型	散布器官型	地下器官型	生育型
Th : 一年草	D1 : 風・水	R1 : 根茎 (最も広範囲)	b : 分枝
Ch : 多年草 (地表植物)	D2 : 動物	R2 : 根茎 (やや広範囲)	p : 匍匐
H : 多年草 (半地中植物)	D3 : 機械	R3 : 根茎 (狭い範囲)	ps : にせロゼット
G : 多年草 (地中植物)	D4 : 重力	R4 : 匍匐茎	e : 直立
HH : 多年草 (水湿植物)	D5 : 栄養繁殖のみ	R5 : 連絡体なし	l : つる
M : 多年草 (小高木)			r : ロゼット
N : 多年草 (低木)			pr : 一時ロゼット
			t : そう生

能性は高い。また、越冬芽の位置を表す休眠型は部分的には土壤中における雑草根系の垂直分布を表す指標と見なすことができ、単立型や匍匐型などの生育型は植物体の土壌表面における水平方向への広がりを表す指標と見なすことができる。このことから、休眠型や生育型の異なる多種類の植物から構成される群落は茎葉と根系が重なり合った群落構造を呈しており、ある植物種が何らかの原因で枯死した場合にもギャップが生じないような相補的な構造と捉えることができる。そして、このような多様性と呼ばれる複雑系こそが水田畦畔や法面の土壌保全において、極めて重要な役割を果たしていると考え

られる。

2. 水田畦畔および法面植生の多様性の形成過程

上述したように、基盤整備が行われていない水田畦畔および法面では、種類だけでなく生活型においても多様な雑草が生育していることが明らかになった。今回、調査した水田畦畔および法面植生は前述したように、一年生雑草が約4割を占めることから、遷移の初期段階に出現する植生と考えられる。一般に、多様な植生は不安定であるが故に、徐々に単純な植生に移行すると思われるが、何故、不安定な植生が長い

年月の間、維持されてきたのであろうか、そしてどのようにして多様な植生が形成されたのであろうか。その理由として、開田以来、連綿として行われてきた畔塗り、火入れ、刈り取りなどの畦畔管理や水稻の栽培方法さらには農村の生活スタイルなどが考えられる。トラクターが普及する以前は、牛馬によって耕耘が行われており、羊や山羊などの家畜を含めた複合経営が主流を占めていた。また、春の七草に代表されるさまざまな山野草が時として野菜の代替となる貴重なビタミン源になったであろうし、ゲンノショウコやドクダミなどの薬草も畦畔や法面から調達していたであろう。このことから、水田畦畔および法面は家畜の餌や山野草などの重要な供給源であり、その整備の過程において種々の有用な植物が徐々に導入されていったのではないかと推察される。また、アヤメやショウブなどの草花は重労働の農作業に潤いを与えるために植られたのであろうし、ヒガンバナも観賞用としてだけでなく救荒作物あるいはアレロパシーによるネズミ忌避のために積極的に導入された可能性は高い。とにかく長い年月を掛けて生活に必要な植物と不要な植物を取捨選択し、やがて色んな意味で多様な雑草が生育するようになり、それがいつしか生物多様性と呼ばれるようになったと考えられる。研究がさらに進むにつれて、伝統的な水田畦畔および法面と呼ばれる場所に生育する全ての雑草（大型帰化雑草を除く）が一つの無駄も無く相互に関連しながら、巧妙な仕組みで土壌を保全し、地域の人々に有形無形の多くの富みをもたらしていることに気付くであろうし、先達の見識の深さを思い知るであろう。少し話が横道にずれてしまったが、畦畔および法面植生が多様になった最大の原因は家畜の餌や食生活でもなく、やはり畦畔

および法面の本質的な機能である土壌保全との関係にあると考えるのが妥当かもしれない。

法面率が数十%を超える水田も少なくない中山間地では、稲作の根幹は法面を保全することであり、土壌流亡による耕作地の消失は農業経営の崩壊を意味するといっても過言ではない。法面には雑草による法面の他にも、石組みや粗朶を利用したものもあるが、いずれも経費や持続性などの点で一長一短があり、結果的に雑草による法面被覆が主流を占めるようになったと考えられる。もちろん、コウライシバやノシバなどの法面もあるが、芝生が余り流通していなかった頃はコスト的に高い施工方法であったために広範囲に普及しなかったと推察される。このように、さまざまな雑草種が基盤整備前の水田畦畔および法面植生に生育しているが、その多様性は開田以来、何世代もの長きに亘る努力の所産であるとともに、刈り込みや火入れなど的人為的な管理が維持に不可欠であることを忘れてはならない。

3. 土壌保全と根系

水田畦畔および法面の土壌保全は二つの要素から成り立つ。即ち、降雨による土壌表面の物理的な侵食を防ぐことと、土壌そのものを固定あるいは保持することである。土壌表面の雨滴による浸食は幾層にも重なった雑草茎葉の群落構造によって防がれ、土壌は複雑に絡み合った雑草根系によって保持されていると考えられる。本稿では、雑草根系と生物多様性の関係をテーマにしている関係上、根系について議論を進めることにするが、土壌保全に対する茎葉と根系の寄与率を比較することや、雑草の土壌保持力を根系との関係から捉えることよりも、生態系全体の植物群落構造や機能を理解することが重

要である。なぜなら、SR比や茎葉と根系の形態などは種固有のものであり、オランダミミナグサやハコベのように地上部のバイオマスに比べて貧弱な根系を有する雑草もあれば、メヒシバのように地上部に比べて発達したひげ根を有する雑草もある。だからといって、土壌保持の観点からすればオランダミミナグサやハコベが法面雑草として不要で役に立たない雑草かといえそうではない。冬期から春期にかけての重要な構成種であり、ギャップ形成を防ぐための貴重な冬雑草である。また、メヒシバの根系は土壌保持に都合の良い構造を呈しているが、それではメヒシバだけで被覆された法面では土壌流亡は全く起こらないのであろうか？土壌は根系によって一時的に保持されるであろうが、雨滴による土壌表面の侵食を完全に防ぐことが出来ず、しかも秋期から春にかけて裸地化（ギャップ形成）が起こることから、法面はやがて崩壊すると考えられる。一方、ここで改めて図解するまでもなく、雑草根系にはひげ根、直根、地下茎、匍匐茎などがあり、さらにこれらの根系は垂直方向および水平方向への広がりや発根様式などから細分化され、さまざまなタイプの根系が適当な比率で土壌中に重なり合って配置された場合に、最も強い土壌保持力が発生すると考えられる。チガヤは地下深くから表層にかけて横走する太い地下茎を有しており、その地下茎は鉄筋コンクリートの鉄筋のようなものであろう。さらに強度を高めるために鉄筋にからめる金網が一年生イネ科雑草のひげ根かも知れない。広葉雑草

の直根は土壌保全に余り有効ではなく、地下部器官の寄与率は低いと考えられるが、地上部がロゼット型ならば降雨による浸食に対してイネ科雑草以上の効果が期待される。また、同じ種類の植物においても幼植物から成植物までさまざまな齢の植物が生育していることも、群落および根系構造の多様度を高めていると考えられる。さらに、一年生雑草の存在は地下部における根系の新陳代謝を促進し、常に活力ある新鮮な根系が土壌中に張り巡らされていることを意味するもので、地下部においてもギャップが生じないような仕組みになっているのではないかと推察される。例えば、一年生春雑草の根系は夏期高温時に枯死し、その結果、土壌中には root channel と呼ばれる空隙が形成される。この微細な空隙を通して酸素や水分が土壌深くに供給されて、秋に発生する雑草の茎葉と根系の成長を促進すると考えられる。空隙は土壌を膨潤化させるために土壌保全にマイナスに作用するように捉えられがちであるが、それよりも新しい根系が連続的に供給される環境の方が畦畔および法面の保全にプラスに作用しているのではないかと考えられる。ノゲシやエゾノギシギシのような広葉雑草は直根を地下深くまで伸ばし

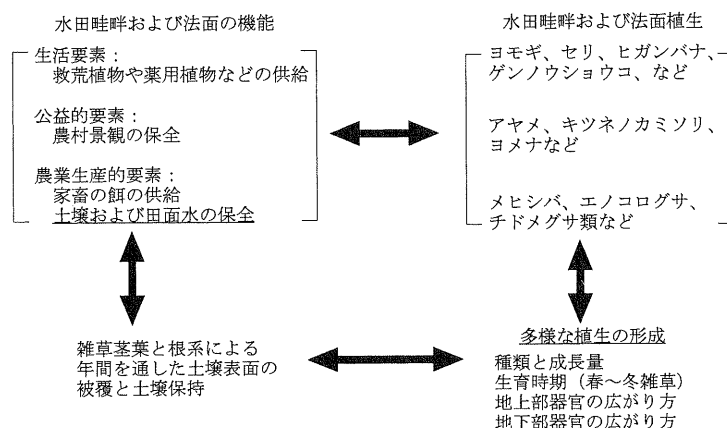


図-1 水田畦畔および法面の多面的な機能と多様な植生との関係

て土壌深層からミネラルの汲み上げ、枯死した後の遺体(直根)は土壌に有機物を供給することから、これらの雑草も生態系全体では必要不可欠な構成種であり、間接的に植生の多様性保持と土壌の保全に寄与しているのではなかろうか。以上のように、水田畦畔および法面の多面的機能と植生の多様性との関係をまとめてみると、図-1に示すように、多様な水田畦畔および法面植生とは生育時期、生活型、サイズの異なる様々な雑草が地上部と地下部において複雑に重なり合いながら、いかなる場合にもギャップが生じないような高度に相補的な土壌保全システムであると捉えることができ、しかも意図的に作られ維持されてきたものであるということが理解できよう。

結びに

循環型社会の構築あるいは環境保全の観点から、最近になって、地域生態系に配慮した農業の重要性が見直され、水田畦畔および法面の生物多様性の重要性も指摘されるようになってきた。しかし、農業生態系と生物多様性の関係については、必ずしも十分に議論されてこなかったのではなかろうか。そこで、本稿では伝統的な水田畦畔と法面を取り上げて、何故、植生がそれほどまでに多様であるのか、そして多様性とは何かについて、雑草根系の生態学的な意味を通して述べたつもりである。また、ここでは、土壌中における雑草の多様な根系構造と分布が水田畦畔および法面の土壌保持にプラスに作用するという前提に基づいて話を進めてきたが、実際には、雑草根系は線虫や植物病原菌などの

宿主にもなることから、農業生態系における雑草根系の役割を多角度から解析することの重要性を付け加えておく。さらに、本稿で述べた土壌中における根系の空間的あるいは時間的な棲み分けに関する考え方は、出現した雑草の一般的な特性として図鑑などのデータを基にした推論に過ぎないことから、生態学的な根系研究の一層の進展を期待するものである。また、ここではあくまでも基盤整備前の水田畦畔および法面の植生を対象にしたものであり、芝草や牧草などの単一のイネ科植物による被覆が土壌保全に有効な場合があることも付記しておく。

参考文献

1. 伊藤貴庸・中山祐一郎・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 (4) 329~340
2. 小笠原 勝 2003. 栃木県那須郡南那須町荒川南部土地改良区の水田畦畔及び法面植生. 平成15年度栃木県生態系保全型水田整備推進事業法面植生検討部会報告書
3. 沼田 真・吉沢 長人編集 1975. 日本原色雑草図鑑 東京 全国農村教育協会
4. 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 (3) 249~257.
5. 山口裕文・梅本信也 1996. 水田畦畔の類型と畦畔植物の資源学的意義. 雑草研究41 (4) 286~294
6. Yoav Waisel, Amram Eshel and Uzi Kafkafi 1996. Plant Roots The Hidden Half Second Ed. Maecel Dekker, Inc., New York.