

絶滅に瀕する耕地雑草の現状

富 永 達*

Threatened arable weeds and their adaptation to agriculture systems

TOHRU TOMINAGA*

要 旨：耕地雑草は永年繰り返されてきた耕種操作に適応した生活史特性をもち、個体群を維持してきた。しかし、農業の近代化によって絶滅に瀕している耕地雑草が少なからず存在する。ムギ類の代表的な擬態随伴雑草であるドクムギは、非脱粒性、非休眠性および生活環の同調性などの特性を進化させることによって栽培ムギ類とともに分布を拡大してきたが、近代品種の導入や種子選別技術の向上、除草剤の使用などによって現在の分布はいわゆる伝統的なムギ農耕が行われている地域に限られている。ミズタカモジグサやスブタ、ヤナギスブタ、ミズオオバコなどのいくつかの水田雑草は、水稻の早期栽培や湿田の乾田化、除草剤の使用などが原因で生活環を完了できず、絶滅の危機に瀕している。伝統的な農耕システムは農耕地における生物多様性の保全に重要な役割を果たしている。

(2003年9月9日受理)

キーワード：耕地雑草、在来農業、生活史特性、生物多様性、絶滅危惧種

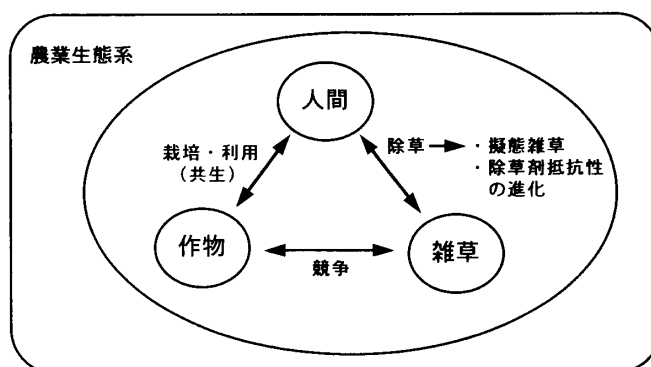
はじめに

人間が農業を開始したのは約一万年前と推定されている (HARLAN, 1992; LADIZINSKY, 1998 など)。農業の開始は人間による自然生態系の大規模な破壊の始まりであったと同時に、農耕の場を中心とする農業生態系の創出でもあった。自然生態系が農耕地に改変されていく過程で生活の場を奪われた多くの植物がある一方で、農耕地に侵入し繁栄してきた植物もある。農耕地で個体群を維持しているこのような野生植物の一群が耕地雑草である。

人間は農耕地で作物を栽培し、その生産物を利用すると同時に、作物を遺伝的に改良してきた。人間と作物は共生関係にある (阪本, 1995)。農耕地では作物を栽培するために様々な耕種操作が行われ、土壌が常に攪乱されている。また、耕地雑草は作物と競争関係にあり、常に農耕地から除去される対象である (第1図)。農耕はまさに人間による環境の攪乱で、このような攪乱が加えられる立地に生活する耕地雑草は、除草を含む耕種操作

に対して高度に適応した攪乱依存種 (GRIME, 1977) である。耕地雑草は早熟性や種子の休眠性、脱粒性、小さな種子を多数生産する特性などによって個体群を維持してきた (BAKER, 1965)。

近年、農業をとりまく環境が急激にかつ大規模に変化している。日本の水稻作においても、第二次世界大戦後、



第1図. 農業生態系における人間、作物および耕地雑草の相互関係 (概念図)

*京都府立大学大学院農学研究科生物生産環境学専攻

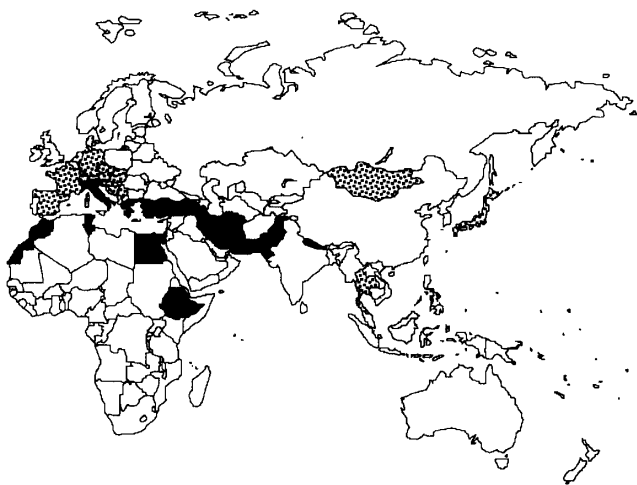
Bioresource Production and Environmental Science Course, Graduate School of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Seika, Kyoto 619-0244, Japan

生産効率を上げるための農業の機械化やそのための湿田の乾田化、農薬の使用、早期栽培などによって栽培環境が劇変している。このあまりにも急激な変化に対応しきれずに絶滅の危機に瀕している耕地雑草が少なくない(環境庁自然保護局野生生物課, 2000)。もっとも、絶滅危惧Ⅱ類のミズアオイ (*Monochoria korsakowii* Regel et Maack) においては、スルホニルウレア系除草剤抵抗性生物型の出現が北海道で報告されているが(古原ら, 1996)。

ここでは、農業生態系を生活の場とし、そこでの農業の営みに対して特化して進化し、その生存を農業に依存しているため、農業とそれを取り巻く環境のあまりにも急激な変化に対応できずに絶滅の危機に瀕している耕地雑草数種の現状を、それらの生態的特性と農業との関わりからの観点から解説する。

ムギ類の近代品種と種子選別機の導入によるドクムギへの影響

ドクムギ (*Lolium temulentum* L.) はコムギやオオムギなどの麦栽培に伴う擬態雑草で、出穂するまでの外部形態がコムギやオオムギのそれに似ている。ドクムギ自体に毒性はないが、ドクムギがある種の糸状菌に感染すると、この糸状菌が分泌する物質が人間や家畜にとって有害となる (HOLM et al., 1977)。ドクムギは、紀元前2000年のエジプトの王の墓からエンマーコムギとともに出土したり (TACKHOLM and TACKHOLM, 1941)、新約聖書にその記述があるほどムギ類への随伴の歴史は長い。しかし、近代品種の導入や種子の機械選別などによって急速に個体数が減少しており、著者が行った調査



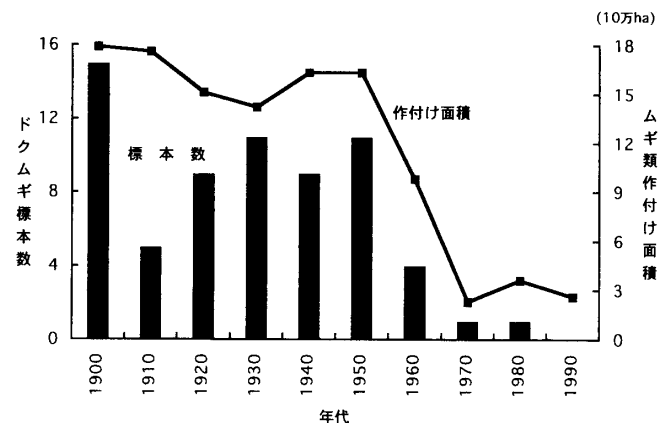
第2図. ドクムギの分布 (富永, 原図)

現地調査の結果、ムギ畑中にドクムギの存在を確認した国を黒塗りで、確認できなかった国を網掛けで示す。これらのほか、中華人民共和国新疆ウイグル自治区では確認できなかった。

では、在来品種を栽培し、種子を風選しているいわゆる在来農業が行われている地域では比較的高い頻度でドクムギが麦畑に生育していたが、いわゆる近代的な麦作を行っている地域ではまったく見出すことが出来なかった(第2図)。本種は日本の在来植物ではないが、ムギ類の伝来とともに古い時代に日本へ入って来たと推定される。東北大学 (TUS)、国立科学博物館 (TNS)、東京大学 (TI)、東京都立大学牧野標本館 (MAK)、金沢大学 (KANA) および京都大学 (KYO) に収蔵されている国内で採集されたドクムギの標本の採集年を調査すると、もっとも古い標本は1905年に山口県で採集されている。その後、65地点で採集されているが、1983年以降に採集された標本はなかった(第3図)。また、現在、著者は石川県の離島でのみ本種の自生を確認しているにすぎない。これらは、日本におけるドクムギの生育個体数の減少を間接的に示しており、この減少はムギ類の作付け面積の減少とも連関している。

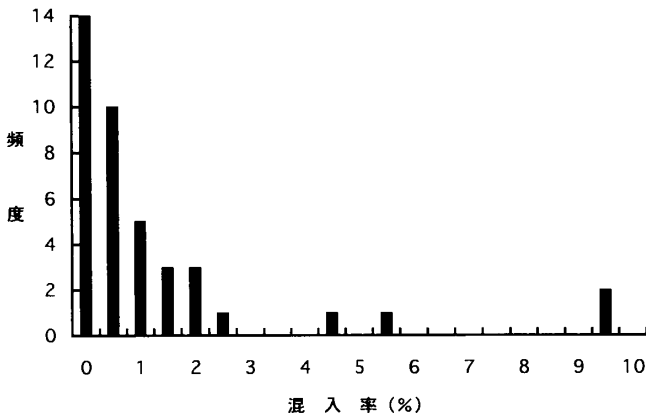
在来農業が行われている地域の農家や市場でムギ類の種子を購入すると高い頻度でドクムギの種子が混入している(第4図)。これは、ドクムギの種子が他のイネ科雑草の種子と比較すると非常に大きくて重く、例えば、同じドクムギ属のホソムギ (*L. perenne* L.) やボウムギ (*L. rigidum* Gaud.) の百粒重が0.2g程度であるのに対し、ドクムギでは約1.6gあり、かつ、非脱粒性であることによって。これらの地域では種子は風選され、種子が大きくて重いドクムギはムギ類の種子から除かれることなく、ムギ類の種子に混入する。

ドクムギには護穎に芒が発達する個体(有芒型)と芒が存在しない個体(無芒型)がある(第5図)。小林・阪本(1985)は、ギリシャでの調査から、篩による種子選別の有無で、篩選が行われる食用作物のパンコムギやマカロニコムギには無芒型が、行われない飼料作物のオオムギやエンバクには有芒型が随伴すると報告してい

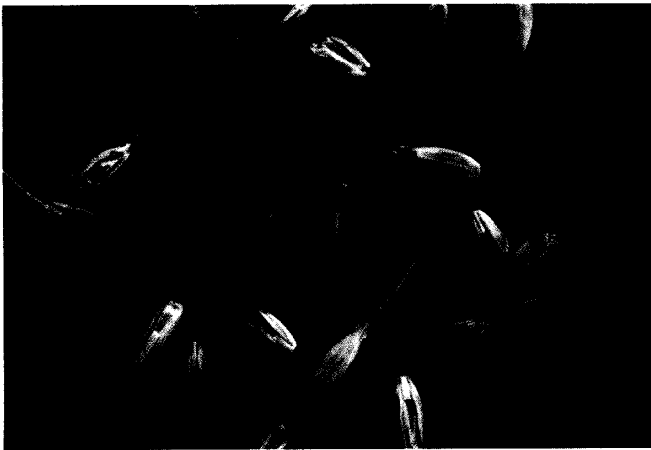


第3図. 日本におけるドクムギ標本の採集年代とムギ類の作付け面積の推移 (富永, 原図)

作付け面積は農林水産省統計情報部「耕地及び作付け面積累年統計」から算出



第4図. エチオピア・マロの市場で購入したムギ類の種子に混入するドクムギ種子の比率の頻度分布 (富永・藤本, 2000)



第5図. ドクムギの有芒型と無芒型 (富永, 原図)

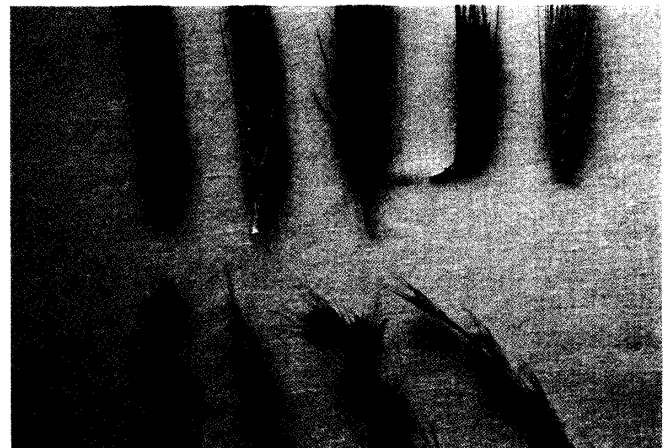
る。著者らがエチオピア西南部の農耕民族マロの市場で購入したムギ類の種子にも有芒型と無芒型のドクムギが混在していた。ここでは、容易に脱穀でき、さかんに粒食されるパンコムギやマカロニコムギ、リベットコムギの種子サンプルでは無芒型の比率が96%に達したのに対し、逆に、難脱穀性で通常粉食されるエンマコムギでは有芒型のドクムギが75%の比率で混入していた。マロの集落では、ムギ類の種子は篩選別されず、風選の後、肉眼によって夾雑物を取り除かれる。このため、粒形がより似ている組み合わせでドクムギの有芒型および無芒型が混在しているのであろう。一般の野生植物では捕食からの防御や散布・定着のための装置である芒が、ドクムギでは人間による種子選別の結果、随伴する作物によってその有無が決定されている。

耕地雑草の種子は一般に休眠性を有し、成熟直後の種子は発芽しない。しかし、ドクムギの種子は成熟後速やかに休眠から覚醒する (富永・石山, 2001)。これは、本種が非脱粒性で、ムギ類の種子とともに収穫・貯蔵され、翌年ムギ類と一緒に播種されてきたためである。こ

の収穫、風選、貯蔵、播種の一連の過程を通してまるで作物のように大きくて、速やかに休眠から覚醒する種子が選択されてきたことが推定される。

同じ畑で栽培されているムギ類とドクムギの草丈の伸長の経過を比較すると、ほぼ同様のパターンを示す。また、出穂に関してもほぼ同じ時期に出穂する。エジプトでは、日本のイネとノビエとの関係と同じような出穂期の同調性が認められ、緯度が高くなるほどコムギとドクムギの出穂が早まる傾向があった。これらは、手取り除草によって進化してきた特性である。

エチオピアでは他の地域では見られない有色型のドクムギの存在が報告されている (SAKAMOTO and FUKUI, 1972)。エチオピアはムギ類の遺伝的多様性の二次センターで、多様な色を呈するムギ類が栽培されており、それに並行してドクムギも多様な色を呈している (第6図)。エチオピアでは外部形態や穎果の大きさばかりでなく、色までもムギ類に擬態しているのである。



第6図. 多様な色を呈するオオムギとドクムギの穂 (富永, 原図)

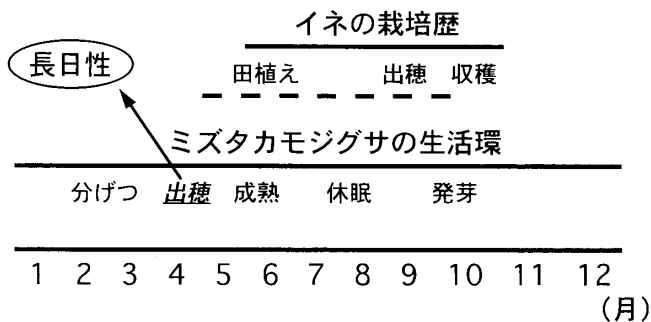
このように、人間による直接の淘汰圧に高度に適応したドクムギであるが、近代品種が導入され、種子が機械選別される農業のもとでは、個体群を維持していくことができない。ドクムギは在来の麦農耕に依存した雑草なのである。

水稻の早期栽培と湿田の乾田化による水田雑草への影響

水田で裏作にムギ類が栽培されなくなり、田植えの時期が従来より一ヶ月から一ヶ月半も早くなっていることが原因で絶滅の危機に瀕している雑草がある。

絶滅危惧Ⅱ類に指定されているミズタカモジグサ (*Elymus humidus* (Ohwi et Sakamoto) Osada) は休閑田やその周縁の溝に限定的に生育している。本種はしばしばゲンゲと混生している事実から、ゲンゲの随伴雑草

として古い時代に中国から渡来し、冬季休閑田に分布を拡げたと推定されている(阪本, 1978)。ミズタカモジグサの生活環を水稲の作付け体系と比較すると(第7図), 数十年前の水田では, ミズタカモジグサは田植え準備のための農作業が始まる前に十分に成熟した種子をつけ, また, 植物体の基部が多年生化し, これらが農作業によって拡散され, 秋まで休眠状態で土中で生存(越冬)し, 発芽していた。この繁殖体の登熟, 散布, 発芽のサイクルは水稲の作付け体系にうまく適応していた。ところが, 田植えの時期が1ヶ月から1ヶ月半早まることによって, 長日に反応して出穂するミズタカモジグサの種子は成熟する前に土壌に鋤込まれ, 個体群を維持することができなくなった。ミズタカモジグサの場合, 生育地の破壊とともに水稲の早期栽培が個体数の減少の原因である。



第7図. 稲の栽培歴とミズタカモジグサの生活環
(阪本, 1978を改変)

稲の栽培歴の破線は現在の, 実線は数十年前の状況を示す。

また, 冬生雑草のスズメノテッポウ (*Alopecurus aequalis* Sobol.) では畑地型と水田型が遺伝的に分化している(松村, 1967)。水田型は水稲の作付け体系に適応し, 畑地型から分化した特殊な型であると考えられている。水田型の種子は夏季の高温・低酸素分圧下で休眠から覚醒し, 稲の収穫前の落水後, 速やかに発芽する。従来の水稲の作付け体系に見事に適応した水田型であるが, 近年の早期栽培田では稲の収穫準備のための落水時期が早まったため8月下旬から9月上旬に発芽する。水田型は出穂反応が中性であるため12月から1月にかけて出穂し, 結実しないまま冬季に枯死する状況が認められている(松村, 1982)。スズメノテッポウの水田型は, 畑地型と比較して自殖的であるため, 急激な生育環境の変化に対応できないようである。

生物にとって, 水田, とくに湿田は冬季も湿潤状態にあるため湿地の代替地として重要な機能を維持してきた。しかし, 湿田は機械化農業に適していないため次々と乾田化されている。また, 耕作者の高齢化が進み放棄される湿田も増加している。湿田の消滅は作付け体系の

急激な変化や除草剤の使用と並び, ここで生活している耕地雑草にとって大きな脅威である。

トチカガミ科のスブタ (*Blyxa echinosperma* (Clarke) Hook. fil.), ヤナギスブタ (*B. japonica* (Miq.) Maxim.) およびミズオオバコ (*Ottelia japonica* Miq.) は水田とその周縁で生活している。このうち, スブタは絶滅危惧Ⅱ類に指定され, 他の2種も個体数が減少している。これら3種の分布を京都府丹後半島で調査したところ, スブタは3ヶ所でのみその生育を確認しただけで, ヤナギスブタとミズオオバコはそれぞれ9ヶ所で確認したにすぎない。これらの生育地は湿田で, そこでは湧水もあり, 常時水が入り替わっている。このため, 除草剤が散布されてもその濃度が希釈される。この3種は晩夏から初秋にかけて開花・結実する。湿田ではこの時期も土壌が湿潤状態にあり, 生活環を完了することが出来る。これらが, この3種が湿田で現在も生き残っている理由であろう。

まとめ

高山植物や山野草のように人間がそれらの生育地を攪乱することが原因で絶滅したり, 絶滅の危機にさらされている植物もあれば, 農耕に伴う人間の適度な攪乱に依存して生活している植物も存在する。在来の農業生態系は, 永年にわたって作物を栽培してきた人間, そこで栽培される作物とそこを生活の場とする耕地雑草, それらを利用する昆虫, 土壌中の小動物などが相互に作用し合って持続してきた安定した系である。

かつて, 耕地雑草は農耕にともなう攪乱に適応した様々な形質を進化させ, 繁栄してきた。しかし, 近年の農業を取巻く環境のあまりにも急激な変化に対応できずに消滅しつつある耕地雑草が存在する。これらの雑草が生き残るためには, 長い歴史をもっているが, 現在では極めて特殊な存在となってしまった在来の農業生態系を, 極めて困難な状況にあるが, 維持していくことが必要である。

引用文献

- BAKER, H. G. (1965) Characteristics and modes of origin of weeds. In: *The Genetics of Colonizing Species* (eds. H. G. Baker and G. L. Stebbins), pp. 147-168. Academic Press, New York.
- 古原洋・山下英雄・山崎信弘 (1996) 北海道における水田雑草ミズアオイのスルホニルウレア系除草剤抵抗性. 雑草研究 41 (別): 236-237.
- GRIME, J. P. (1977) Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist* 111:1169-1194.

- HARLAN, J. R. (1992) *Crops and Man*, 2nd ed. American Society of Agronomy, Inc., Madison.
- HOLM, L. G., D. L. PLUCKNETT, J. V. PANCHO and J. P. HERBERGER (1977) *The World's Worst Weeds, Distribution and Biology*. University Press of Hawaii, Honolulu.
- 環境庁自然保護局野生生物課 (2000) 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物, 植物 I. 自然環境研究センター, 東京.
- 小林央往・阪本寧男 (1985) ドクムギ (*Lolium temulentum* L.) の有芒および無芒型の穀類随伴性について. 雑草研究 30 (別) : 89-90.
- LADIZINSKY, G. (1998) *Plant Evolution under Domestication*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- 松村正幸 (1967) 雑草スズメノテッポウの種生態学的研究. 岐阜大学農学部研究報告 25 : 129-208.
- 松村正幸 (1982) 生態型. 「生態遺伝と進化」(酒井寛一編), pp. 164-191. 裳華房, 東京.
- SAKAMOTO S. and K. FUKUI (1972) Collection and preliminary observation of cultivated cereals and legumes in Ethiopia. *Kyoto University African Studies* 7: 181-225.
- 阪本寧男 (1978) 冬季休閑田雑草としてのミズタカモジグサ属植物の適応性. 雑草研究 23 : 101-108.
- 阪本寧男 (1995) 半栽培をめぐる植物と人間の共生関係. 「地球に生きる —自然と人間の共生—」(福井勝義編), pp. 17-36. 雄山閣, 東京.
- TACKHOLM V. and G. TACKHOLM (1941) *Flora of Egypt*. Fouad I University, Cairo.
- 富永達・石山聡子 (2001) 生育地が異なるドクムギ属2種の種子休眠性の比較. 雑草研究 46 (別), 148-149.