

耕作放棄畑における 植生遷移について

農研機構 農業環境変動研究センター
生物多様性研究領域

徳岡 良則

はじめに

農業従事者の高齢化や農業人口の減少により、日本国内では放棄地の増加が続き、平成27年時点で42.3万haと全耕地の約10%が耕作放棄されていた (https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/2030tf/281114/shiryou1_2.pdf)。世界全体で見ても、塩類集積や不適切な農地利用により耕作放棄地面積は増加を続けており、少し古い推計となるが1990年までに2億haが耕作放棄地となっていた (Cramer and Hobbs 2007)。このように世界各地で増加を続ける耕作放棄地については、農業生産の面からは効率的な復元が求められる一方、生物相保全の観点からは農地環境から非農地環境への移行の機会とも捉えられ、どのような生態系を再生・維持していくかという議論が土地資源管理上重要となる。

耕作放棄され管理停止状態が長年に渡り続いていく際に土地管理を具体的に検討する上では、そこに生育する植物群集がどのように経年変化していくのか、という植生遷移の過程を把握することが重要となる。日本の暖温帯を例とすると、火山の噴火後の土壌が形成されていない裸地において、最初に地衣類が定着し、その後、草本、低木、明るい環境を好む陽樹の高木、そして最終的には照葉樹林を構成する陰樹の高木が優占していく、というような植生変化は一次遷移と呼ばれ、高校の教

科書などでも扱われる生態現象である。また農地のように既に土壌があり、その中に生きた植物の種子や根のある状態から進行する植生遷移は二次遷移と呼ばれる。耕作放棄地における植生の二次遷移については世界各地で長年に渡る研究の蓄積があるが、近年は管理停止が長期化した際に、外来種や競争排除効果の強い在来種の繁茂などにより当該地域の典型的とされる森林植生等への回復が阻害されるケースが世界各地から報告されている (Cramer and Hobbs 2007)。

本稿では、日本の放棄畑植生について、放棄をめぐる社会情勢と著者らが取り組んできた関東平野の耕作放棄畑を対象とした植生遷移研究事例を中心に紹介する。本稿を通じて、農地資源や地域の自然環境の管理の一参考としていただきたい。

1. 日本の畑地および耕作放棄地を巡る情勢

本節では Tokuoka and Nakagoshi (2017) の内容の一部を以下、翻訳転載する (転載許可番号 501608318: シュプリンガーネイチャー社)。

日本では焼き畑農業が古来から続く最も古い畑作農法の一つである。焼き畑農地の多くは19世紀後半より常畑へと転換されたが、1950年時点でも1万ヘクタールを超える農地で焼き畑が営まれていた。杉本 (1995) によると、日本では12世紀から15世紀

にかけて、焼き畑から常畑への転換が進んだとされる。その当時は麦、大豆、綿花などが年貢の対象作物として耕作され、雑穀、野菜、麻、綿花などが自給作物として栽培されていた。15世紀から16世紀にかけては麦と大豆の二毛作が行われるようになった。17世紀以降は、常畑で作付けされる作物は様々な野菜、綿花、タバコ、ナタネなど多様化し、これらが商業的に栽培され、各地の環境に適応した栽培体系が確立されていた。19世紀には桑の栽培が増加し、19世紀後半以降は果樹園が増加した。

19世紀中盤始め以降、農業技術や多くの作物種が西洋諸国より導入されたが、各地の古老の知識に基づく自給的な農業は依然として広く続けられていた。第二次世界大戦より前には、ほとんどの農作業は人力あるいは役畜により行われていた。施肥は小規模農家が自身で確保する有機肥料や干糞 (ほしか) に依っていた。20世紀初め以降は金肥の使用も徐々に増えてきた。第二次世界大戦後は、農業の機械化や化成肥料の投入が全国的に普及してきた。栽培体系も多様な自給、商品作物の栽培から、商品作物の単作へと移行してきた。1970年代の経済成長期には、農業の収益性は他産業に比べ落ち込み、それ以降現在まで耕作放棄地の増加が続いている。(翻訳終わり)

次節からは主に関東平野の耕作放棄畑を対象に著者らがこれまで報告してきた成果の概要を紹介する。

表-1 関東平野の耕作放棄畑面積全体に占める優占植物種の割合 (2008年調査)

優占種の生活型	群落表層のつる植物	地表を被覆する植物	放棄畑面積全体に占める割合 (%)
一年生草本や二年生草本中心		ヒメムカシヨモギ, オオアレチノギク, メヒシバ 他多数	36.5
つる植物	カナムグラ, クズ	アズマネザサ, セイタカアワダチソウ, ススキ	23.8
ササ	カナムグラ(少)	アズマネザサ, セイタカアワダチソウ(少)	14.7
多年生草本(セイタカアワダチソウ中心)	カナムグラ(少)	セイタカアワダチソウ, ススキ, アズマネザサ	12.4
竹(マダケ属)		モウソウチク, マダケ, ハチク(少)	7.2
広葉樹二次林		ムクノキ, エノキ, シラカシ, コナラ, ヌルデ等	4.1
ススキ属	カナムグラ(少)	ススキ, オギ, セイタカアワダチソウ(少), アズマネザサ(少)	1.3

2. 関東平野の耕作放棄畑の現状

(1) 耕作放棄畑の優占植物

Tokuoka and Nakagoshi (2017) のデータの再集計により、2008年に関東平野のランダムに選ばれた15の地域(1地域は凡そ100ha)を対象に耕作放棄畑の優占植物を調査した結果を表-1に示す。耕作放棄の初期段階に一早く圃場に定着する自立する一年生草本や二年生草本を中心とした植物群落は36.5%と最も大きい割合を占めていた。それに次ぐ植物群落の内訳を見ると、群落上層を覆うつる植物として、カナムグラやクズが多く、地表を被覆する自立する植物としてはアズマネザサ、セイタカアワダチソウ、ススキが最も広く共通して見られ、これらは合計割合で50.9%だった。またこれに次いでモウソウチクやマダケといった竹の優占する立地も7.2%で確認された。調査時点では広葉樹二次林にまで成林した圃場は4.1%だった。

この優占植物の調査ではクズやアズマネザサが圃場の一面を覆う様子が広く観察されたが、このような圃場はどの程度管理停止が継続されているのか？また樹木の定着はスムーズに進むのだろうか？という疑問が生じてきた。

(2) アズマネザサやクズの繁茂による樹木実生定着の阻害

管理停止状態が比較的長い耕作放棄畑ではつる植物ではカナムグラやクズ(図-1左)、自立して地表を被覆する植物としてはアズマネザサ(図-1右)、セイタカアワダチソウ、ススキなどが多く見られた。著者らがこれら植物によって被覆された耕作放棄地11箇所を2008年に調査した結果から、耕作

放棄地内で観察された樹木の実生数は、①放棄年数の増加とは相関関係が見られず(つまり、放棄年数が長くなれば樹木の定着がどんどん進む、ということではなく)、②群落内の開空度(樹木実生への光の届きやすさの指標)と正の相関が見られた。特にクズ、カナムグラ、アズマネザサの被覆率の増加に伴い開空度は低下していた(Tokuoka *et al.* 2011)。この結果を受けて、優占植物との光をめぐる競争を主要因として樹木実生の定着阻害が生じているのか？あるいはその他の要因も実生の定着阻害に関係しているのか？について次に紹介する操作試験によって追加検証した。



図-1 関東平野の耕作放棄地に多く見られるアズマネザサ(右図)とクズ(左図)

表-2 播種・植栽導入一年後の実生生存率 (%)

導入方法	樹種	刈り取り区	非刈り取り区
播種	コナラ	45	1
	シラカシ	30	0
	スダジイ	26	0
植栽	アカマツ	56	0
	ヤマハゼ	85	0
	イヌシデ	67	0
	エノキ	98	2
	ムクノキ	35	0
	コナラ	88	13
	シラカシ	17	0
	スダジイ	2	0



刈り取り区 非刈り取り区
図-2 アズマネザサとクズの刈り取り区と非刈り取り区の様子

サの上層をクズやカナムグラが被覆した圃場を対象に、樹木種子の播種や実生植栽と生育環境の改変処理を組み合わせた野外操作試験を行った。

植栽実生の枯死した姿や、圃場内に散乱した播種由来と思われるドングリの食べかすの状態からは、群落内の暗さや野生動物（おそらく後述のように野ネズミ等）による種子の食害が樹木の定着を妨げたと考えられた。

3. 耕作放棄畑における樹木実生の定着阻害要因の実験検証

ある植物が植物群落内に定着できるかについては、種子供給の有無 (Seed limitation) と生育環境の適不適 (Micro-site limitation) の2つの要因より検証される (Eriksson and Ehrlén 1992)。著者らはアズマネザサが単一で優占した圃場とアズマネザ

(1) アズマネザサの上層をクズ、カナムグラが覆う群落での操作試験結果

アズマネザサとクズの両方が繁茂した放棄畑において操作試験を行い、植生の刈り取りの有無や落葉落枝の被覆が在来樹種の定着に及ぼす影響を1年間観察した (Tokuoka *et al.* 2015)。その結果、非刈り取り区では在来樹種の定着がほとんど進まなかった (表-2, 図-2;「農業環境技術研究所・研究成果情報・32集より部分転載」)。

(2) アズマネザサが単一で優占した群落での操作試験結果

植物体の高さが3 m程度に至ったアズマネザサが単一で優占した放棄畑において、植生の刈り取りの有無、落葉落枝の被覆の有無、動物のアクセス頻度を軽減させる金網と防鳥糸設置の有無を組み合わせた試験区を設け、6種の在来樹種の種子を播種し、これら樹種の初期定着に及ぼす操作要因の影響を検証した (Tokuoka *et al.* 2019)。在来樹種には明るい環境を主な生育地とするアカマツ、エノキ、ムクノキ、コナラ、暗い環境を主な生育地とするシラカシ、スダジイを用いた。

この操作試験の結果、図-3に示す通り、樹種によって定着阻害要因が異なることが明らかとなった。まずアズマネザサによって被覆された群落内は明るい環境を好む上述の4種にとっては生育生理的な面で適しておらず、枯死する個体が多数見られた。一方で茎が著しく伸びた徒長成長とはなるが、シラカシ、スダジイについては初期の枯死は免れることが出来る個体が多かった。このような樹種間の枯死、徒

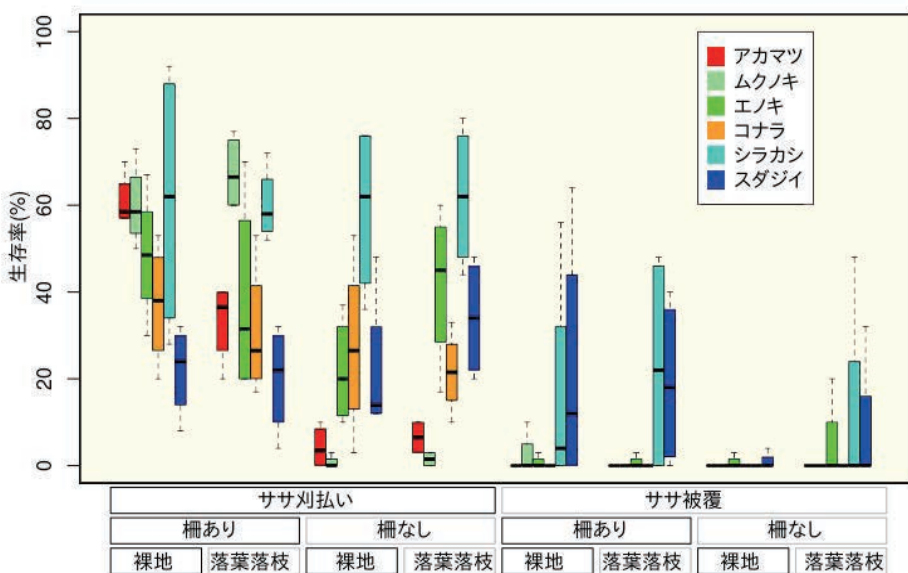


図-3 試験処理毎の播種後約1年後に生き残った幼木の生存率。生存率は箱ひげ図で示す。

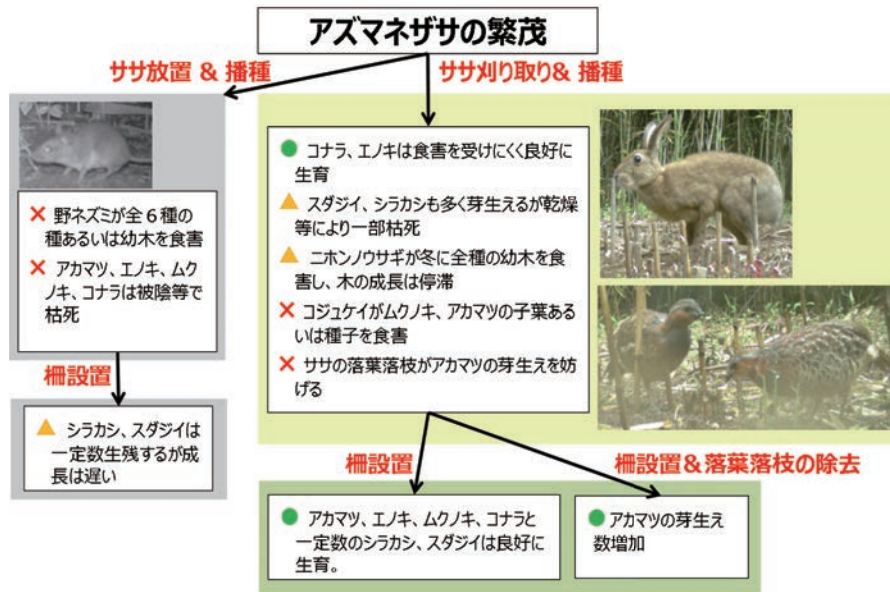


図-4 アズマネザサの繁茂した耕作放棄地における森林の効率的な再生手順

長成長による生残の傾向は、アズマネザサの繁茂に伴う林床の光資源の不足とその強さを示唆するものと思われる。ただしこのような生育生理的な環境としての制限に加えて、全試験対象樹種の種子等を広食に採食する野ネズミによる食害影響も甚大であることがセンサーカメラにより記録された野ネズミの採食行動から明らかとなった。

このような野ネズミの食害および光制限の解決を図るためにはササの刈り取りが有効ではある。しかし、刈り取り区では一定程度成長した当年実生を冬から春にかけて採食するニホンノウサギやムクノキおよびアカマツの種子あるいは出芽直後の子葉を採食する外来狩猟鳥のコジュケイによる食害により樹木実生の定着が阻害された。落葉落枝による被覆はアカマツなど小型の種子植物の出芽率を低下させる可能性も示唆された。人為的に播種、植栽した実生の生残率を高めるためには導入する樹種とその導入方法の検討、アズマネザサの刈り取りに加え、野生鳥獣の採食影響や落葉落枝の被覆による影響についても考慮する必要があることがこの試験から明らかとなった(図-4)。

最後に

日本の畑地および耕作放棄地を巡る情勢からは、過去数世紀の間に複雑かつ、再現性の無い農業技術の変化があり、その中で現在、耕作放棄地は増加を続けている。これに加えて農耕地周辺の植生配置も過去2世紀の間に大きく変化してきており、小椋(2006)によれば、19世紀後半に約1300万haという広大な国土が草地だった頃から、1950年代には草地は約200万ha未満に、2001年にはわずか34万haにまで急減している。旧来の刈り取りや火入れにより粗放的に維持されていた半自然草地の主要構成種の一つとしてはススキが知られるが、ススキの繁茂する草地は樹木(Tsuyuzaki 2005)や希少な野草(Osawa 2011)の定着を助ける効果が知られている。この19世紀後半からの草地の急減は耕作放棄地に移入してくるススキ等の草本の種子量や、放棄初期の植物群落の種組成にも大きな変化をもたらしてきたものと思われる。さらには地球規模の環境要因として気候変動に伴う植物群集構造の変化や世界的な物流網の

発達に伴う外来植物の移入および定着も植生遷移に影響する重要な要因である。

このような複雑かつ多要因の影響のもと放棄地の植生遷移はほ場内の管理履歴のみに着目して、その生態現象をシンプルに予測することは難しくなっている。本稿で紹介した野外観察や操作試験の結果からは、アズマネザサやクズといった在来の優占植物種との資源を巡る競争、これら優占植物の落葉落枝の堆積、外来狩猟鳥を含む野生動物の採食行動が複雑に作用して、地域の典型的な森林の回復が停滞している可能性が示された。しかしながら日本全体を見ると耕作放棄地における植生遷移のパターンとそれを規程する要因については、まだまだ実態が明らかとされていない。各地で耕作放棄地植生の植生遷移過程を明らかにし土地資源を効率的に管理するための方法を確立していく必要がある。

引用文献

- Cramer, V. A. and R. J. Hobbs 2007. Old Fields: Dynamics and Restoration of Abandoned Farmland. Island Press. pp334.
- Eriksson, O. and J. Ehrlén 1992. Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. *Oecologia*. 91(3), 360-364.
- 小椋純一 2006. 日本の草地面積の変遷. 京都精華大学紀要. 30, 160-172.
- Osawa, T. 2011. Management-mediated facilitation: *Miscanthus sinensis* functions as a nurse plant in Satoyama grassland. *Grassl. Sci.* 57(4), 204-210.
- 杉本文三 1995. 第1章 畑作技術の消長. 農林

水産省農林水産技術会議事務局（編）昭和農業技術発達史 第3巻 畑作編・工芸作編．Tokuoka, Y. *et al.* 2011. Limitations on tree seedling establishment across ecotones between abandoned fields and adjacent broad-leaved forests in eastern Japan. *Plant Ecol.* 212(6), 923-944.
Tokuoka, Y. *et al.* 2015. Removal of competitive native species combined with tree planting can accelerate the initial afforestation process: an

experiment in an old field in Japan invaded by dwarf bamboo and kudzu. *J. For. Res.* 26, 581-588.
Tokuoka, Y. *et al.* 2019. Interactions among dwarf bamboo, litter and consumption by small vertebrates place multiple constraints on the establishment of native tree seedlings in a Japanese agricultural landscape. *J. Plant Ecol.* 12(2), 292-305.
Tokuoka, Y. and N. Nakagoshi 2017.

Diverse patterns of vegetation change after upland field abandonment in Japan. In: Hong SK, Nakagoshi N (eds) *Landscape Ecology for Sustainable Society*. Springer, Cham.
Tsuyuzaki, S. 2005. *Miscanthus sinensis* grassland is an indicator plant community to predict forest regeneration and development on ski slopes in Japan. *Ecol. Indic.* 5(2), 109-115.

統計データから

個人経営体における主副業別農業経営体数及び 基幹的農業従事者数（2020年農林業センサスから その3）

個人経営体を主副業別にみると、表-1に示すように、主業経営体（農業所得が50%以上で、1年間に自営農業に60日以上従事している65歳未満の世帯員がいる）は23万経営体で5年前に比べ6万2千経営体が減少し、準主業経営体（農業所得が50%未満で、同上の世帯員がいる）は14万1千経営体で11万8千経営体の減少、副業的経営体（同上の世帯員がいない）は66万6千経営体で12万4千経営体がいずれも減少している。この結果、個人経営体に占める割合は、主業経営体が22.2%、準主業経営体が13.6%、副業的経営体が64.2%と、副業的経営体が大部分を占める現状は5年前と変わらない。

なお、1年間に自営農業に150日以上従事した65歳未満の農業専従者がいる割合は、主業経営体では87.4%（20万1千

経営体）に対し、準主業経営体では38.9%（5万5千経営体）と、後者では低くなっている。

表-2に示すように、主に自営農業に従事する基幹的農業従事者は136万1千人で、5年前に比べ39万6千人（22.5%）減少している。また、年齢階層別にみても全ての階層で減少している。各年齢階層別では70歳代が占める割合が33.9%と最も多く、次いで60歳代の28.8%、80歳以上17.3%となっている一方、20歳代以下は1.2%、30歳代3.7%、40歳代5.9%、50歳代9.3%と、いずれも一桁台と少ない。そして、65歳以上が占める割合は69.8%となり、5年前に比べ4.9ポイント上昇している。その結果、平均年齢も67歳から67.8歳へとより高齢化が進んでいる。（K. O）

表-1 主副業別経営体数 (単位：千経営体)

年/区分	計	主業経営体		準主業経営体		副業的経営体	
	経営体数	経営体数	%	経営体数	%	経営体数	%
2015	1,340	292	21.8	259	19.3	790	58.9
2020	1,037	230	22.2	141	13.6	666	64.2

表-2 年齢別基幹的農業従事者数（個人経営体） (単位：人)

年/区分	計	～29歳	30～39歳	40～49歳	50～59歳	60～69歳	70～79歳	80歳以上	平均年齢
2015	1,753,764	24,605	61,075	91,814	202,122	546,902	555,614	271,632	67.0歳
	(%)	1.4	3.5	5.2	11.5	31.2	31.7	15.5	
2020	1,360,674	15,843	50,065	80,287	125,966	391,616	460,923	235,974	67.8歳
	(%)	1.2	3.7	5.9	9.3	28.8	33.9	17.3	