栽培技術の変遷に伴う雑草群落の変化

—— 桑 園 ——

宇佐美洋三*

キーワード：栽培技術，雑草群落，遷移，桑園

Key words: Cultivation techniques, weed community, succession, mulberry field

桑はかつては家の周辺や道端に植えられ、立木の状態で利用されており、現在のような刈桑仕立による栽培が行われるようになったのは約300年前といわれている。

現在の栽培技術は、篤農家の技術をはじめ国公立の試験研究機関、大学並びに民間研究機関における研究成果に支えられているが、その中心的課題は「生産性の向上」でありこれは今後とも不変であろう。桑葉生産を積極的に向上させるためには雑草防除が重要な課題となる。最近では除草剤の普及や機械によるロータリ耕によって除草作業は大幅に省力化され、栽桑労働力は軽減されてきた。しかし、除草剤の合理的な使用法はまだ十分確立されているとは言えない。例えば、除草剤の利用が多年生雑草の侵入を助長することもあり、さらに特定除草剤の連用による耐性変異種も新たに出現している。また、一方では機械化とは無縁な中山間僻地の傾斜地桑園では総合的な雑草防除技術の導入が困難で、加えて労力不足のために粗放的な桑園が増加しており、雑草群落の種組成にも変化がみられる。

こうした状況を背景として、桑栽培の歴史的経過と雑草との関わりについて既応の研究成果に基づいて検討を行った。以下に、その概要をいくつかの社会的、技術的に特徴のある期間に区分して紹介する。

1. 養蚕隆盛記（明治・大正・昭和4年まで）

明治の中期から大正末期までの養蚕は春蚕が主

で、桑の仕立方も高刈仕立と立通し桑園が多く、平坦な肥沃地に植えられ、労働集約的な栽培管理のもとに20~30年余の高樹齢のものが主に利用された。しかも、本州・四国・九州の諸地域に栽培されたこれらの桑はいわば祖先伝来のものであり、限られた狭い栽培環境によく適応した品種が多かった。例えば、五郎治早生は東北地方に、中間木は山陰地方に、赤芽魯桑や白芽魯桑は九州地方に多く栽培されていた。

大正末期から夏秋蚕飼育が勃興し、これに伴って夏秋蚕用桑として葉質の良好なもの、葉摘みに向けた葉の大きな桑品種が要望され、当時栽培面積が最も多かった春蚕専用桑の十文字は次第に敬遠されとともに、赤木・市平・鼠返なども漸減し、魯桑と改良鼠返が急速に普及するようになった²⁶⁾。

桑園面積は養蚕業の進展と平行して次第に増加し、明治32年(1899)の29万haから最盛期となった昭和5年(1930)には70万haを越すに至った(第1図²⁶⁾)。

耕耘は古くから土壌管理のうち最も重要でその効果の大きいことが強調され、深耕することの効果が説かれていた。そして耕耘作業には鍬・鋤類・畜力による犁などが使用された。しかし、普通年間に3~4回行われる耕耘作業は重労働で、桑園管理に要する労力の約30%を占めていた²⁶⁾。このうち、夏期の耕耘は雑草を土壌中に埋め込んで有機質肥料に、冬期の耕耘は病害虫を死滅させることに役立つと考えられていた。このように桑園では雑草は生やさないのが当然のこととされており、雑草に関する研究は一般に関心が薄かったようである⁴⁾。しかし、大正7年(1918)刊行の横田の著書⁴⁸⁾によれば桑園における除草の適期は6月中下旬から8月中下旬で、桑の強害草はつる雑草であるという記述があり、多年生雑草の防除には古くから難儀していたことがうかがえる。なお、草種名などは記載されていない。

* 農林水産省農業環境技術研究所
Youzou Usami: Changes of the Weed Flora Caused by
Changes of Cultivation Techniques — Mulberry field —
(1992年1月31日受理)

2. 養蚕減退前期（昭和5年から15年まで）

昭和5年（1930）以降には、世界的な経済不況にともなう農業恐慌の影響を受けて養蚕経営も縮小過程をたどり、桑園面積も昭和5年の70万haから年ごとに減少し、昭和15年（1940）には52万haにまで減少した（第1図²⁶⁾）。桑園は春夏秋蚕兼用桑園が昭和13年には73.8%と多く、特に西南暖地では桑園面積の90%以上が兼用桑園であったのに対して、積雪地や寒冷地では春蚕専用桑園と夏秋蚕専用桑園が多かった。桑の仕立方は害虫の被害が少なく、摘み葉に便利で速成多収穫を期待する根刈仕立が東海以西の地方に多く昭和13年（1938）には72.2%を占めた。中刈仕立ては15.8%で東北・関東・東山の各地方、高刈仕立ては4.5%で東北・東山の一部、立通し桑園は7.5%で東北・北陸・近畿の一部に多かった。

桑品種は地方によって異なり、北日本では山桑系が、東海以西の西日本では魯桑系が、中部では白桑系がそれぞれ多く栽培されていたが、次第に収量も多く葉質の良い白桑系の改良鼠返が全国に普及するようになり、改良鼠返の栽培面積は昭和4年（1929）の6%から昭和13年（1938）には14.0%まで高まった。桑園の管理は手労働が主体で「土用布子に寒帷子」（夏期には株元に土を寄せ、冬期には株元の土を掘り出して畦間に盛る）の管理方法が広く行われ、一度植えれば10～20年間は収穫が続けられていた。肥料には人糞尿・蚕糞・蚕沙などの自給肥料の割合が高く、購入肥料は魚肥・大豆粕などの動植物質肥料であった。また冬期間には畦間を利用した緑肥栽培が古くから行われ合理的な土地の活用が行われていた²⁶⁾。従ってその頃の養蚕は集約的であり、労働生産性については、あまり問題にされていなかったように桑園に対しても多くの労力を投入しており、その大部分が除草にあてられていた⁴⁾。

桑園の雑草に関する文献は極めて少ないが、昭和5年（1930）に遠藤・樋口⁵⁾は桑園に発生する雑草の生育型を直立型・平臥型・匍匐型など8型に分類すると共に、繁殖器官型を種子雑草と宿根雑草の2型に分類している。また、メヒシバ、エノコログサ、ツユクサ、スベリヒユ、カヤツリグサ、イヌタデ、アカザ、スギナなど48種の雑草の発生活長についても記述している。これらの雑草について植物の生活様

式を類型的にとらえた Raunkiaer³⁶⁾の休眠型と沼田^{29,30)}による地下器官型・種子の散布型・地上における生育型から生活型組成に区分すると、Th-R5-D4-b型であることが認められる。即ち休眠型では一年生植物(Th)，地下器官型は連絡体を作らない単立植物(R5)，種子の散布型は重力による自然落字型(D4)，生育型は分枝型(b)で、生活型係数はそれぞれ72.3%-74.4%-57.4%-27.6%である。これらの草種は現在の桑園においても発生頻度が高く、特に一年生植物の割合が高いことはよく管理された桑園であることが示唆される。また、明治以後に渡来し、現在各地の桑園に見られる新帰化雑草²⁴⁾のハルジオンやアオビユなどの雑草はまだ記載されていない。

3. 戦中期（昭和16年から20年まで）

第二次世界大戦の進展にともなって食糧が不足し、平坦地の桑園は国策によって食用作物への転換を余儀なくされ、昭和16年（1941）の桑園面積は49万haであったが、昭和20年（1945）には24万haへと急激に減少した（第1図²⁶⁾）。労力不足と肥料不足によって荒廃した桑園の生産力は著しく低下した。桑園雑草に関する文献はほとんど見られない。

4. 養蚕減退後期（昭和21年から33年まで）

桑園には食用作物が植えられ、昭和24年（1949）の桑園面積は17万haまで減少した（第1図²⁶⁾）。また、労働力の不足により雑草の発生量は多く、これに肥料不足も加わって桑園の生産性は著しく低下した。

一方、昭和22年（1947）にアメリカから導入された除草剤2,4-Dは水田雑草の防除効果が大きく、昭和23年（1948）から実用化された。この頃から、桑園においても除草剤の土壌処理による雑草の発生の抑制についての研究成果が数多く発表されるようになった。その後2,4PS, MCPなどの除草剤が普及したが、雑草の種類や発生量に応じた散布量の決定などに適正を欠いたことや、価格が高いこと、処理作業に労力を要すること、さらに除草剤には選択性があり広葉雑草には効果があるがイネ科雑草のメヒシバなどに対して効果が期待できないことなど種々の問題点が指摘された⁶⁾。しかし、除草剤をうまく利用すれば、除草のための所要労力は従来の1/10程度で済むこととなり⁴⁹⁾、関心が著しく高まった。昭和25

第1図 桑園面積の推移

年(1950)頃、荒廃した桑園の急速な復興を計る目的から蚕糸業復興5ヶ年計画がたてられ、その一環として老朽桑園の改植による若返りが進められた²⁶⁾。また、戦前から行われた挿木による発根の組織学的研究等がその基礎となって昭和31年(1956)に新梢挿木法、昭和38年(1963)には古条マルチング挿木法が新しい桑の繁殖技術として開発され、農家が容易に桑苗を自家生産できるようになった²³⁾。

桑品種の面では良質の一ノ瀬が急速に普及し、昭和23年(1948)に14%、昭和33年(1958)には31%に増加した。既設桑園では昭和25年(1950)以降全国的に栽培面積の多い根刈仕立を対象にした株上夏切法や株上樹勢更新法による増収法が普及するとともに、枝条の伐採時期による用途別桑園が設けられ、更に蚕作の安定を図るために桑園を稚蚕用・壮蚕用にわけ、こき取収穫法・夏切り中間伐採など蚕の飼育形式に適応した仕立収穫技術が普及するように

なった。しかし、春夏秋兼用桑園と根刈仕立の桑園が多かった東海以西の桑園面積が激減したために、戦前における収穫量の水準(10a当り70kg)から飛躍することができず、反収を高める栽桑技術の確立が引き続いて重要な問題点となった²⁶⁾。桑園の反収を高めるために、肥培管理の面では有機質による地力増進と生産費低減の狙いから石灰窒素堆肥・土中堆肥・緑肥などの自給肥料の生産に力が注がれると共に、麦類や豆科の間作による土壌構造の改良が推進された。

昭和33年(1958)頃から養蚕技術改善の重点施策が反当多収穫から労働生産性の向上へと一変したため機械力導入による省力化を推進する時代となった。ここでは機種に合わせた畦間間隔が問題となり、従来からの畦間1.5m、株間0.6mの根刈仕立から畦間2.5m、株間1.0mの高根刈りまたは中刈無挙式の栽培形式が奨励された²⁶⁾。

雑草の研究は除草剤の導入のための実用化試験を契機として始められたが、雑草防除の基礎となる雑草の発生生態や雑草群落の変遷についての研究は1950年代に入ってからであり、他の作物分野に比べて立ち遅れている。昭和22年(1947)に笠原¹⁴⁾は本邦雑草の種類及び地理的分布の研究のなかで桑園の害草として66種を挙げているが、その中にマルバツユクサ、アゼムシロ、カズサヨモギ、カスマグサ、ヤクシソウ、ヨツバムグラなど現在の桑園には余り見られない雑草が記載されており、戦後の荒廃した桑園の状態がうかがわれる。また、ハハコグサ、ノミノフスマ、タネツケバナ、イヌノフグリ、ホトケノザ、ミミナグサ、ザクロソウ、ノボロギクなど害草とは思えない小型種も入っているが、当時は発生頻度の高い雑草が桑の害草とみなされていたのであろう。昭和25年(1950)に脇村⁴⁵⁾は兵庫県下の桑園において38科125種の雑草を認め、そのうち多年生雑草は70種(56.0%)と多く、ヨメナ、ヨモギなど27種を強害草として挙げており、戦後の桑園復興が遅れていた事を物語っている。また昭和26年(1951)に堀田⁹⁾は春雑草42種、夏雑草54種を挙げるとともに、雑草と桑との競合関係について報告している。高木³⁹⁾は昭和27年(1952)に桑園の管理状態の良否と発生草種との関係について報告し、管理の悪い桑園では地下茎や匍匐枝で繁殖する雑草が多く、管理の良い桑園では僅かに一年生雑草がみられるのみであると報告している。また、桑の収穫法・仕立方による雑草の繁茂状態については春秋蚕兼用桑園は専用桑園よりも、粗植した高刈仕立ての桑園は密植の根刈桑園よりも、また、若い桑園は壮年の桑園よりも、痩せた桑園は肥えた桑園よりも雑草繁茂の機会が多いと報告しており、この頃から桑園雑草の群落生態的な研究成果が発表されるようになった。

5. 戦後養蚕安定期(昭和34年から40年まで)

経済の高度成長に伴ない農業労働力の都市への流出が直接の契機となり、省力化の要求が高まる情勢の中で昭和34年(1959)に年間条桑収穫法が新技術として取り上げられた。この収穫法はそれまでの掻き芽や摘み葉の収穫から一変して、春蚕・夏秋蚕を通して葉のついている条桑ごと伐採収穫をすることによって労力と用桑の有効利用をねらった省力技術として普及し、昭和41年(1966)には70.6%まで普

及すると共に長い間停滞が続けていた養蚕における労働生産性は急速に上昇した。この条桑収穫法の実施においては中型葉で多収穫品種の一ノ瀬と改良風返が奨励されたが、これによって桑園面積に占める2品種の割合は昭和29年(1954)の42.8%から昭和35年(1960)には54.0%となり、昭和39年(1964)には62.9%を占めるに至った²⁶⁾。また同時に仕立収穫法の改善も行われ、全国的に多い根刈仕立が減少した反面、条桑収穫に適した中刈仕立が急増した。収穫法では夏秋蚕専用桑園が次第に増加し、春切法、交互法、輪収法などが奨励された。また、永らく行われてきた「土用布子に寒帷子」の耕耘作業については、これを省略しても桑園の収量を低下させる危険性が少なく、また、完全に除草を行うことが必ずしも収量の増加につながらないという研究結果も出され以後無耕耘・無除草方式(草生・敷藁など)による省力管理法が普及するようになった^{6,26)}。

施肥量も年々増加し、固形肥料など緩効性肥料の増加につれて施肥回数を減らし、溝施肥を表面散布に改めるなど省力施肥法に移行した。また労力不足に伴って有機物の施与法も土中堆肥から畦間に敷藁したり、雑草を草生して適時刈り取る雑草草生法などの省力的な方法も各地で試行され、従来の清耕法に比較して面積当りの労働時間は約70%節減されしかも、桑の葉質・収量には差がないという好結果が得られている⁴¹⁾。雑草防除も除草剤の開発普及と機械によるロータリ耕によって省力化され、昭和37年(1962)の除草労力は養蚕労働の12%に減少し⁹⁾、栽桑労力の軽減に大きな役割を果たした。昭和36年(1961)には農業基本法が制定され、機械利用による大規模養蚕経営方式が進められるとともに、農業構造改善事業の一環として集団桑園が昭和48年(1973)までに全国で39,700 ha造成された。しかし、この集団桑園は山林・原野を開墾したものが多く、8度以上の傾斜地桑園が33.6%を占めた。そのため新しい栽培技術と大型機械の導入を前提とした畦間2.5 m、株間1.0 mの高根刈仕立又は中刈無拳式仕立の造成桑園へも機械の導入が妨げられる結果となった²⁶⁾。また造成桑園では豪雨や積雪による土壌の流亡など土地保全機能も失われるとともに、造成後の数年間は多年生雑草のススキ、チガヤ、ササ、ヨモギ、イタドリ、フキなどが優占種になっている場所も多く、その防除法が大きな問題となった。このよ

うに昭和30年代後半から始まった省力機械化,規模拡大という時代の動きは桑の栽培技術においても従来のパターンを一新し,研究面においても今までにない広がりや深まりを見せた。

この年代において雑草の生理・生態的な側面や防除技術については林ら¹¹⁾, 小野^{31,32)}, 山口ら⁴⁷⁾, 浜田⁶⁾, 渡辺⁴⁶⁾, 伊藤¹²⁾らによって報告されている。また,雑草の発消長に関して園原ら³⁸⁾, 川島ら¹⁷⁾, 田辺⁴⁰⁾らの報告があり,雑草草生法に関しては菊池^{19,20)}によって報告されている。また,桑園における除草剤の利用に関する総説としては栗林²²⁾の報告がある。これらの報告によって桑園雑草の実態や除草剤による防除技術が逐次解明されてきたが,一方では草生栽培やマルチング栽培あるいは無耕耘栽培など新しい栽培技術の導入による桑園管理の省力化が逆に多年生雑草の侵入を助長し,これらの雑草が桑への強害草となる傾向のあったことも見逃せない。昭和38年(1963)の栗林の報告から桑園雑草名の生活型組成を求めるとTh-R5-D4-t型,生活型係数ではそれぞれ58.2%-61.2%-67.2%-25.4%である。桑園では一年生雑草の割合が58.2%であり,山野に見られるイタドリ, タケニグサ, ススキなどの多年生植物が見られることから粗放的な桑園管理が行われていたことが示唆される。

6. 養蚕安定期から減退期 (昭和41年から現在まで)

昭和49年(1974)まで比較的安定していた桑園面積も養蚕農家の高齢化とそれに伴う労働力の減少によって昭和50年(1975)以降再び減少を続け,昭和62年3月(1987)には18%を越える大巾な基準糸価の引き下げが行われ,養蚕の休廃止・産繭量の減少に拍車をかけることとなり,昭和63年(1988)の桑園面積は64,000 haにまで減少した(第1図²⁶⁾)。

昭和52年(1977)から密植速成機械化桑園が新しい技術としてとり上げられ,桑収穫の省力化と早期多収穫とを同時に実現することによって,労働生産性と土地生産性の飛躍的な向上が期待され,条桑刈取機をはじめ各種管理機械があいついで開発されるとともに,機械化に適した収穫形式や肥培管理技術が導入され桑園の土地生産性は著しく高められた³⁷⁾。

雑草防除技術の面では,密植桑園においては除草

剤の全面散布が主体となっているが,夏期の雑草防除と多年生雑草の防除技術が今後の課題として残されている。普通桑園では畦間は機械によるロータリ耕,株元は除草剤散布という除草体系が定着し,省力化が実現されている。

現在,桑園用として登録されている除草剤はアメトリン, DCMU, ビアラホス, グルホシネート, ジクワット・パラコート, DBN, トリフルラリン, CAT など44種あるが,1967年に導入されたパラコートが全国の桑園において広範囲に使用された。桑園の雑草管理には除草剤使用が不可欠となっている現在,ややもすると除草剤に偏り過ぎる傾向があり,特定除草剤の連用による抵抗性雑草の出現等雑草防除の面にも新しい問題が浮上している。今後は雑草の種類や生育状態などを勘案した除草剤の選択と除草効果を高めるための使用技術が問題となろう。このような栽培技術の進歩に支えられて桑園における労働生産性は昭和35年(1960)から現在までに凡そ2倍に向上している²³⁾。

雑草研究については,昭和40年代に入り雑草の発消長や個生態・群落生態に関する研究が小野³³⁾, 阿部¹⁾, 菊池²¹⁾, 加藤ら¹⁶⁾, 埴岡^{7,8)}らによって行われ多くの成果がもたらされた。特に雑草群落の変化については短期間の研究例が多い中で,埴岡⁸⁾は埼玉県下の桑園地帯に発生する主要雑草の出現頻度を調査し,昭和33年(1958)に荒井²⁾が調査した植生と比較している。その結果,一年生雑草ではメヒシバが依然として出現頻度が高く,スベリヒユ,クワクサ, タデ類, カヤツリグサ, エノキグサ, ツユクサ, アカザ類なども大きな変化がなかった。しかし,除草剤による防除効果の高いハコベ, ノミノフスマなどは減少の傾向がみられ,逆に増加した草種はアオビユ, ヒメムカシヨモギ, オオアレチノギクなどの広葉雑草であった。多年生雑草ではジシバリが大巾に減少し,逆に増加した草種にはコヒルガオ, アズマネザサ, ハルジオン, ヨウシュヤマゴボウ, ススキ, ヘクソカズラ, ヒナタイノコズチ, ヤマノイモ, ガガイモなどがあげられている。特にハルジオンは20年前にはほとんど見られなかった草種で,近年になって急速に分布を広げている。同時にパラコート抵抗性のハルジオンやヒメムカシヨモギ, オオアレチノギク, オニタビラコなどの出現もあり,各地の桑園で増加の傾向を示している。また,宇佐美⁴⁴⁾も

岩手県ほか7県において小野が調査した昭和41年(1966)の植生と比較した結果、メヒシバの優位は変わらなかったが、熟畑に発生するスベリヒユ、オランダミナグサなどの小型雑草が減少し、休閒・放任畑に見られるオオアレチノギクやオオイヌタデなどの大型雑草が増加するとともに、多年生雑草ではヨメナが減少してヨモギ、スギナ、ヒルガオなどが増加する傾向がみられたことを報告している。桑園に発生する雑草の種類数については遠藤ら⁵⁾、脇村⁴⁵⁾、堀田¹⁰⁾、阿部¹⁾、小野³³⁾、永田ら²⁵⁾、宇佐美⁴²⁾、垣谷¹³⁾、宇佐美⁴³⁾、埴岡⁸⁾らによる調査報告があるが、いずれも限られた狭い範囲での調査例が多い。しかし、その中で広域に調査した宇佐美⁴³⁾と埴岡⁸⁾らの報告からみて、桑園の雑草は凡そ150種で、全国的に優占度の高い雑草はメヒシバ、タデ類、ヨモギ、アカザ、ツユクサ、ハコベ、スベリヒユ、ヒメムカシヨモギ、ヒルガオ、スギナなどで、これらの草種は生育範囲の広い雑草であることが認められる。次に雑草群落の生活型組成を遠藤ら⁵⁾、栗林²²⁾、垣谷¹³⁾、宇佐美⁴³⁾、埴岡⁸⁾らの植生調査と比較すると、年代に関係なくTh-R5-D4型が優占していることがわかった。この型は桑園雑草の全般的な特性と思われるが、多年生雑草の生活型係数が近年になって40%台となり、なお増加の傾向をみせていることが注目される。

桑園に発生する雑草とその量は桑の栽植密度や土壌管理および桑の伐採時期や伐採方法によって大きく異なってくる。即ち栽植密度(植え付け本数)が高ければ畦間の受光量が少なくなり雑草の発生は抑制される。また栽培的には春発芽前に枝条を伐採する夏秋蚕専用桑園は雑草の発生生育よりも桑の伸長、繁茂が早いため雑草量は少ないが、全桑園面積の70%を占めている春秋蚕兼用桑園は夏切りによって桑園が一時裸地状態となり、新しい枝が伸長し畦間を被覆するまでには凡そ60~70日を要する。その間(6月~7月)に発生する雑草量が年間を通して最も多く、小野³⁵⁾の報告によると 3.3 kg/m^2 ・生体重にも達するので、この時期は除草を行う重要な時期である。雑草害は桑が遮蔽されることから起こり、一般的にイネ科雑草よりもアオビユ、シロザなどの広葉雑草の方が生育が早く遮蔽力大きいので桑に対する害は大きい。夏切り直後に発生する一年生雑草のメヒシバは本邦のいずれの地域でも、その優

占度が高くイネ科雑草であるが草丈が大きくなるので強害草となっている。同時に畦間の気温は雑草によって日射が遮られて地表面に近づくほど低くなり地温までも低下させる。また、雑草の繁茂が蒸散量を多くするために干害を助長するなど雑草のもたらす桑への弊害は複雑で大きい。従ってこれらの大型一年生雑草の適期防除が必要である。

一方、桑との競合が比較的少なく桑の生産性に支障のない雑草はあえて防除する必要はない。このような雑草量を笠原¹⁵⁾、新井³⁾および川延¹⁸⁾らは雑草許容限界量と呼んでおり、この雑草許容限界量は作物の種類や雑草種別によっても異なることが指摘されている。木本作物である桑においても栽培様式・生育時期によって雑草の許容限界量が異なるが、小野³⁴⁾によれば植付け当年の桑の許容限界量は乾重 $200 \sim 250 \text{ g/m}^2$ であり樹齡とともに増大するという。秋期に発生する越年性雑草のスズメノテッポウ、ノミノフスマ、ヒメオドリコソウ、ホトケノザなどの小型雑草は翌春まで放置しておけば6月頃には生育を完了して枯死し畦間が被覆され、夏の優占種であるメヒシバの発芽を抑制する効果があるので、春除草の必要はなく、むしろこれらの雑草を積極的に利用してメヒシバの生態的な防除が出来るものと考えられる。

今後は密植栽培、機械収穫法など新しい栽培技術の進展する中で、雑草の効率的な防除法の確立が要望されるところであり、除草剤だけに頼るのではなく雑草の生理、生態的特性を有効に活用した総合的な雑草防除技術を確立することが必要であろう。

引用文献

- 1) 阿部 弘 1966. 雑草研究 5, 34-39.
- 2) 荒井正雄・松本通子 1960. 関東東山農試作物部雑草防除研究, 1-24.
- 3) 荒井正雄 1965. 雑草研究 4, 1-10.
- 4) 荻 祐彦 1973. 雑草研究 16, 1-6.
- 5) 遠藤保太郎・樋口琢磨 1930. 日本桑樹栽培論. 明文堂, 東京.
- 6) 浜田成義 1962. 雑草研究 1, 49-50.
- 7) 埴岡靖男・中島悦雄 1981. 埼玉蚕試研報 54.
- 8) 埴岡靖男 1981. 雑草とその防除 18, 44-47.
- 9) 堀田禎吉 1951. 農学大系作物部門 桑編. 養賢堂, 東京.
- 10) 堀田禎吉 1953. 農業及び園芸 28, 75-76.

- 11) 林禎二郎・清水正元 1959, 日蚕九州講演要旨, 29-30.
- 12) 伊藤栄一 1965, 滋賀蚕試報告 **26**, 16-18.
- 13) 垣谷誠一 1972, 茨城蚕試要報 **5**, 24-32.
- 14) 笠原安夫 1947, 農学研究 **37**, 74-77.
- 15) 笠原安夫 1960, 農学研究 **48**, 191-228.
- 16) 加藤正志・松田礼次郎 1969, 山形蚕試要報 **5**, 7-18.
- 17) 川島良一・長瀬嘉迪・竹村昭平・飯島則雄 1964, 雜草研究 **3**, 91-96.
- 18) 川延謹造 1966, 雜草研究 **5**, 10-19.
- 19) 菊池宏司 1963, 岩手蚕試年報 **11**, 56-58.
- 20) 菊池宏司 1964, 岩手蚕試年報 **12**, 66-67.
- 21) 菊池宏司 1967, 岩手蚕試年報 **17**, 29-30.
- 22) 栗林茂治 1963, 蚕試資料 **18**, 1-57.
- 23) 直井利雄 1990, 生産技術部年次研究懇談会資料, 1-14.
- 24) 長田武正 1976, 原色日本帰化植物図鑑, 保育社, 東京.
- 25) 永田新次・海野修身 1971, 静岡農試蚕資料 **23**, 5-12.
- 26) 農林省農林水産技術会議 1969, 第7巻蚕糸編.
- 27) 農林水産省農蚕園芸局編集 1990, 蚕糸業要覧.
- 28) 農林水産省統計情報部 1991, 平成元年作物統計 No. 32, 52.
- 29) 沼田 真 1959, 植物生態学(1), 古今書院, 東京.
- 30) 沼田 真 1981, 図説植物生態学, 朝倉書店, 東京.
- 31) 小野松治・三尾智秋 1959, 日蚕九州講演要旨, 昭和34, 30-31.
- 32) 小野松治・三尾智秋 1962, 日蚕九州講演要旨, 昭和37, 20.
- 33) 小野松治 1966, 蚕試報告 **20**, 259-288.
- 34) 小野松治・森谷 茂・松崎 巖・玉田幸三郎 1969, 蚕糸研究 **70**, 83-91.
- 35) 小野松治 1988, 蚕試報告 **30**, 397-551.
- 36) Raunkiaer, C. 1934. The Life-Form of Plants and Statistical Plant Geography. London.
- 37) 蚕糸試験場資料 1985. **39**, 1-40.
- 38) 園原好美・花岡重治 1961, 日蚕中部講演要旨 **17**, 12.
- 39) 高木一三 1952, 栽桑学, 丸善, 東京.
- 40) 田辺 実 1964, 雜草とその防除 **2**, 46-48.
- 41) 勅使河原司郎 1967, 群馬蚕試報告 **38**, 1-22.
- 42) 宇佐美洋三・蒔 祐彦 1971, 蚕糸研究 **78**, 11-23.
- 43) 宇佐美洋三 1979, 蚕糸研究 **111**, 1-12.
- 44) 宇佐美洋三 1980, 蚕糸彙報 **110**, 1-14.
- 45) 脇村精二 1950, 農林省蚕糸局技術資料 **22**, 25-26.
- 46) 渡辺万成 1963, 日蚕関東講演要旨 **14**, 121-122.
- 47) 山口長造・北野 実・大西盛夫 1960, 日蚕関西講演要旨 **22**, 21-22.
- 48) 横田長太郎 1918, 実験桑樹栽培法, 明文堂, 東京.
- 49) 吉沢長人 1962, 農薬 **9**, 20-25.