非農耕地の雑草とその管理

京都大学農学部 伊藤操子

Misako Ito*: Weeds and their Management in Non-Crop Land

はじめに

非農耕地の雑草問題については、近年、その土地の利用者、所有者ならびに雑草防除関係者がそれぞれの立場から関心を高めている。このことは様々な意味において生活環境内での雑草の存在が目立って来たこと、雑草の省力的・経済的制御の志向とこれに伴うこの分野への除草剤の進出等によると考えられ、従来どちらかというに対処療法的に処理されてきた非農耕地の雑草管理を、各場面の管理目的にそって体系化する時期にきていることを示していると思われる。特に除草剤の利用は今後ますます増加すると考えられるが、これまでのような安易な使用は、除草剤の利点を生かせないだけでなく、かえってその弊害を助長する可能性もある。従って各場面において、その管理に責任のある者が中心になって、雑草と雑草害の正確な評価に基づく管理目標が立てられ、その目標を達成する中での除草剤の位置づけがなされることが肝要である。このような方向での努力は、すでに最近いくつかの場面で開始されているが、適切な雑草管理法の追究は引いては管理の経済性と環境への安全性にも寄与するわけで、今後さらに拡大されていくことが望まれる。

一方、雑草防除において「非農耕地」という区分の認識は人によってまちまちで、広くは生産物の利用を目的としない植生の土地を意味し、従って芝等の植栽のある公園、ゴルフ場等も含んでおり、狭義には植栽はないが雑草を制御する必要がある土地を示す。いわゆる Total vegetation control (TVC) の対象場面は主に後者であって、FRYER⁸⁾は、TVCとは鉄道線路、石油施設の周囲、通路、グラウンド等雑草があることにより交通妨害、火災、資材の腐食等の害が生じる場面の全植生を非選択的に抑圧することであると述べている。一方我国の場合には、第1図に示すように例えば河川敷のように土地利用度が部分により著しく異なり、雑草管理といえは集約的な芝生管理の一部からセイタカアワダチソウやヨシなどの抑草にわたる場面も少なくない。又、芝植栽があってもその中の雑草の許容度は場面により異なるなど、

広義の非農耕地もその植生や必要な管理強度からみれば連続的である。しかしながら、あえて全体を大別すれば、①非選択的に除草したい部分、②選択的除草により望ましい雑草種による（またはこれを許容する）草生にした部分、③芝生その他の植栽の管理としての除草が求められる部分に分けられる。すなわち、我国における狭義の非農耕地には、①、②がこれに該当し、従ってその管理は欧米のいわゆるTVCとは異ってくる。つまり、②には鉄道、道路の法面、河川の堤防などが含まれ、ここでは、我国特有の立地、降雨条件、周囲の環境、場面の規模などの要因によって、植生の質的調節といったより高度な技術が求められている。他方③に該当する場面では、ゴルフ場に代表されるように、すでに管理体系が確立されているものが多い。

そこで本論では、芝生としての土地利用を行っていない狭義の非農耕地について、その雑草管理の体系化を検討する目的で、1) 管理の現状と雑草害、2) 雑草の生態と防除手段に対する反応、3) 化学的制御のあり方と問題点等を中心に整理してみた。なお、比較の意味で若干芝地の資料も引用した。

I. 雑草管理の現状と雑草害

我国において雑草管理を必要とする広義の非農耕地としては、道路、鉄道、河川、空港、学校団地、都市公園、その他公共用地、工場用地、電力関係用地、競技場、ゴルフ場、住宅団地、放棄田畑、その他空地及び未使用の造成地などがあげられるが、大半は国あるいは地方自治体の管轄下にある公共用地である。これらのうち本論で対象とする狭義の非農耕地の主要場面の管理の現状等は次のとおりである。

鉄道：国鉄、私鉄を合わせた営業キロ数は約2.7万km (1979年現在)⁶²⁾であり、要除草面積は1.3万ha前後と推定される。管理対象場面は施工基面（軌道敷とこれに続く平面ならびに約1.5mの法面を含む）と法面に分けられ、施工基面では車両の滑走防止、歩行・作業の安全、線路の排水を良くし噴泥化（碎石の崩壊）等を防止するため完全除草が望まれている⁴⁷⁾。一方、法面では草生が

* Faculty Agriculture, Kyoto University, Kyoto, 606

第1図 主要非農耕地場面の位置づけ

必要であるが、過度の繁茂は信号の見通し不良、近隣人家や田畑への病害虫の発生源になる等の害を生じる。施工基面の除草は国鉄を例にとると、全国的にみれば刈取りがやや多く、その時期は6月以降である⁴⁹⁾。除草剤の利用はすでに昭和の始めから実施され⁴⁸⁾、現在かなり普及しているが、90%以上の所で年1回散布であり、散布時期は4~5月を中心に初春から6月頃までが多く、プロマシル、DPA (又はTCA)・DCMU・2,4-D混合剤の水和剤及び粒剤が主に使用されている⁴⁹⁾。しかしながら、これらの管理法は現在の問題雑草に対して必ずしも適合しているとはいえず、ススキ、クズ、イタドリ等の適切な防除法が検討されているところである。除草機具としては、薬剤散布には背負式散布機、動噴散布車(オンレール方式)が、刈取りには手刈りの他、動力刈取り機、モーターカーに草刈り機を取付けたものが用いられている³⁸⁾。法面の取扱いについては現状では特別な工夫はなされていないが試験段階にある。

道路：車道幅5.5m以上の道路は1980年現在で約9.9万km⁶²⁾、仮にその70%を要除草区間とすると2.7万ha前後と概算される。要除草部分は路肩、法面、分離帯、インターチェンジ周辺の植栽地等に分けられる。いずれの部分でも雑草は、見通し不良、火災、道路への雑草の侵

入防止、近隣の環境衛生上あるいは芝生その他の植栽保護のために制御されなければならない。特にガードレール、フェンス等がある路肩など刈取りしにくい部分も多く、除草剤の適用場面は広い。公園道路を例にとると、剤散布は全体として1~3回で、1回散布が最も多く、除草雑草発生前にはシマジン、発生後にはMCP P等の芝用除草剤が最も汎用されている⁴⁾。又、これに加えて芝生刈込みとして、中央分離帯、インターチェンジ周辺等では平均年1回程度の刈取りが行われている⁴⁾。しかしながら現実の道路法面では芝が退化・消失し、雑草群落に遷移した部分も多く、又、必ずしもすべて芝生である必要はない。従ってより広く法面草生を保護する意味で、クズ、セイタカアワダチソウ等問題化している雑草の抑圧に焦点を合わせた管理法の検討・実施も重要である。

河川：我国の河川・水路の総面積は115万ha²⁷⁾、一級河川の延長距離は85万kmに及ぶ。河川における要除草部分は高水敷と堤防法面とに分けられるが、このうち高水敷はかなりの面積が公園、ゴルフ場、運動場、畑地等に有効利用されており、ここで問題にしているような雑草管理の対象としては、荒井¹⁾は堤防敷約20万ha、高水敷約10万haと推定している。近畿地方を例にとると、一級河川高水敷のヨシ、オギなどの雑草は、防災上、年1

回機械刈りとし、集草、焼却している。刈取り部分は主として堤防より数mの間である。堤防法面についても主に火災の防止、近隣の環境衛生上年1～2回刈取り除草が行われているが、芝の生育良好なところでは除草剤の利用もある。

空地・放棄田畑：市街地における雑草問題は、かつての土地開発ブームや地価の急騰等に伴う、新造成地、放任空地の急増により、セイタカアワダチソウの蔓延の目立った事と相まって特に昭和47年から50年頃にかけて、各地で住民問題となって関心が高まった。その結果地方自治体の草刈条令等の規制も生まれ、やや整備されて現在に至っている。また、このような一時期の雑草への関心が、間接的に道路や鉄道などの除草の刺激となったことも事実である。一方、放棄田は昭和45年の米の第1次生産調整から急激に増加した。ちなみに昭和47年から55年までの農地の減少は37万haで、そのうち約22万haは都市の利用転換がなされている²⁸⁾ところから、約15万haが放任されていると推定される。これらの多くは市街化

地域及び山裾等の生産性の低い水田であるが、周辺への雑草害が問題視されながら、ほとんど管理がなされていないのが現状である。

以上の各場面を雑草害の面からまとめると次のようになる。

- A. 本来の機能・用—鉄道、道路、
途のある土地 河川など
- B. 用途のない場面—空地、放棄
田畑など
- 機能の妨害
防災上の問題
衛生上の問題
景観の不良

ここでいう防災上とは枯草による火災、見通し不良による事故、時には防犯上の意味もある。又、衛生上とは飛散した花粉・種子による害虫・ねずみ等の繁殖源、ごみ捨て場を使用されるなどである。さらに、田畑に隣接する場面での雑草は病害虫の越冬・繁殖源となる場合もあり、カメムシ類、ヨトウガ、ウンカ、ヨコバイをはじめ実害件数はかなりにのぼるとみられるが、対策としては除草を徹底するだけでなく、除草時期への配慮も重要であろう。

第1表 鉄道、道路、住宅団地、ゴルフ場フェアウェイの主な発生草種^{a)}

種 名	鉄道	道路	住宅	ゴルフ場	種 名	鉄道	道路	住宅	ゴルフ場
ヨ モ ギ	+	+	+	+	ツ メ ク サ			+	+
セイタカアワダチソウ	+	+		+	ス ベ リ ヒ ュ			+	+
ヒメジョオン	+	+	+		ヨウシュヤマゴボウ		+		
ハルジョオン		+	+		イ ヌ タ デ			+	
オオアレチノギク	+	+	+	+	イタドリ、オオイタドリ	+	+		
ヒメムカシヨモギ	+	+	+	+	ギシギシ、エゾノギシギシ		+		+
ブ タ ク サ	+				カ ラ ム シ	+			
セイヨウタンポポ		+	+		カ ナ ム グ ラ	+			
センダングサ	+				ド ク ダ ミ	+			
ア キ タ ブ キ	+				ツ ュ ク サ	+			
ノ ゲ シ			+	+	カヤツリグサ		+	+	
ジ シ バ リ			+		ハ マ ス ゲ			+	+
ホ ウ コ グ サ				+	ヒ メ ク グ			+	
オ オ バ コ			+		チ ガ ヤ	+	+	+	
オオイヌノフグリ	+		+	+	ス ス キ	+	+		
ヒルガオ、コヒルガオ	+				サ サ 類	+	+		
チドメグサ			+	+	メ ヒ シ バ	+	+	+	+
ヤブガラシ	+	+			エノコログサ、アキノエノコログサ	+	+	+	
コニシキソウ			+	+	スズメノテッポウ		+	+	
カ タ バ ミ		+			スズメノカタビラ		+	+	+
ムラサキカタバミ			+		オ ヒ シ バ		+	+	+
ヤ ハ ズ ソ ウ			+	+	カ ゼ ク サ			+	
ク ズ	+	+			アキメヒシバ			+	+
シロツメクサ	+	+	+	+	ヨ シ	+	+		
カラスノエンドウ	+	+			オニウシノケグサ	+			
メ ド ハ ギ		+	+		カ モ ガ ヤ	+			
ナ ズ ナ			+		ネズミムギ、ホソムギ	+	+		
ノミノフスマ			+	+	ナガハグサ		+		
オランダミナグサ				+	スズメノヒエ、シマスズメノヒエ	+	+	+	+
ハ コ ベ		+	+		ス ギ ナ	+	+	+	

a) 鉄道は国鉄での全国の調査¹⁸⁾、道路は公団道路での全国の調査⁴⁾、住宅団地は公団住宅での強害草⁹⁾、ゴルフ場は関西の主要ゴルフ場における調査¹³⁾、結果による

次に、管理法についての各場面共通の問題点は以下のよう整理される。

- 1) 同一場面であっても、管理目標からみると、i) 芝・樹木の保護、ii) 完全除草、iii) 自生草本による草生と異なった部分に分けられるにもかかわらず、ほぼ画一的な除草が行われ、従って十分な効果があげられていない。
- 2) 制御したい雑草の種類に対応した除草剤、処理法がとられていない。
- 3) 単に一時的な雑草の抑圧のみが目的とされ、遷移等を考慮した長期的展望に立った管理が行われていない。

以上は、換言すれば管理目標と優占雑草の種類によって場面を類別し、その各々に対応した管理プログラムを作成する必要があるということであり、これらの過程において必要な事柄とその内容に関して以下に述べてみたい。

II. 雑草の種類と生態

(1) 各場面の発生草種

非農耕地における主な発生草種あるいは問題雑草の種類については、その管理法の確立・改良の基礎資料として、地域的なものを含めていくつかの報告がみられる^{5, 9, 13, 18, 23, 24, 25, 46)}。第1表には鉄道、道路、住宅団地、ゴルフ場(フェアウェイ)における主な発生雑草を示した。鉄道敷については、1981年⁴⁹⁾及び1982年に国鉄の全国35～58保線区を対象として行われた。発生が多くかつ対策に困っている雑草についてのアンケート調査結果では、特に回答数が多かったのは次の9種であった(第2図参照)。すなわち、ススキはほとんどの地域で問題視され、次いでクズ及びイタドリが多く、さらにササ類、ヨシ、スギナ、ヨモギ、セイタカアワダチソウ、チガヤも多かった。これらは、北海道でクズ、イタドリ(オオイタドリはある)、チガヤがみとめられないのを除いて、全国的に分布している。又、クズは主に法面に、ススキ、イタドリは施工基面、法面両方に多く、スギナは軌道敷に多く発生する傾向がみられている。特にスギナは鉄道の除草の歴史⁴⁸⁾を通じて、対策に苦慮している防除困難な雑草であることがうかがえる。9種に共通する特性は 1) 多年生、2) スギナ、チガヤを除いて草高あるいは茎長が非常に大、3) クズ以外では根茎繁殖型、4) 春～夏期に生育盛期をもつことである。なお鉄道敷については50年前にも標本回収という方法で全国的な調査²³⁾が行われており、変遷を知る意味で興味深い。スギナ、ヨシ、イタドリは当時より発生が多いが、セイタカアワダチソウは当然としても、クズ、ススキ、ササ類も優占化していなかったことがわかる。その理由は当時クズの優占するよう

第2図 鉄道及び道路の問題雑草^{a)}の比較

- a) 日本国有鉄道及び日本道路公団のアンケート調査結果より
 b) 調査の対象となった全保線区及び管理事務所に對する割合
 ■ 発生が多く問題となっている
 □ 発生が多い

な高い盛土法面が少なかったことと、ススキ、ササ類は家畜の飼料として近隣の農家により頻繁に刈取られていたためと想像される。

道路の雑草については、北海道から沖縄までの道路公団11管理局50事務所を対象として、比較的発生の多い雑草と特に問題になっている雑草についてアンケート調査が行われている。同調査によれば最も回答数の多かったススキ(34例)から1例しかなかったものまで含め81種認められた。一応主要雑草とみられるものを第2図に示した。これらの草種はセイタカアワダチソウ、カラスノエンドウ及びヒメジョオンが北海道、東北でみられなかった以外は全国的に多かった。非常に問題となっている(特に説明はないが雑草害及び防除上と推察される)雑草クズ、チガヤ、ススキ、やや問題となっている草種セイタカアワダチソウ等に対し、発生が多いがあまり問題視されていないヨモギ、メヒシバ、全く問題視されていないシロツメグサ等があるのがわかる。北海道での問題雑草はセイヨウタンポポとエゾノギシギシである。なお、

名神高速道路法面植生の調査によれば、出現率の高い草本は第一にススキであり、クズ、セイトカアワダチソウ、メリケンカルカヤも多かった⁹⁾。

河川敷に関しては、まず堤防では、芝張り直後は張芝に混入した種子より発生する畑地雑草が多く、特にメヒシバ、ヨモギ等が目立つが、まもなく、築堤床土中に残存している地下茎によってスギナ、ヨシ等が急速に繁茂し始める。その後の発生雑草の種類や量は管理程度の差や芝の残存程度、又地方により異なるが、張芝後数年を経た堤防で一般的に多いのはヒメスイバ、スイバ、ヨモギ、オオアレチノギク、ヒメムカシヨモギ、セイトカアワダチソウ、タンポポの類、ヤブガラシ、クズ、イタドリ、チガヤ、ササ・タケの類である。一方、高水敷については水際地ではマコモ、ヨシ、湿生地ではヨシ、オギ、適湿地ではヨシ、オギ、セイトカアワダチソウ、イタドリ等が優占する¹⁾。

休耕田については放棄後4年程度の経時的変化が観察されているが^{22,24,25,46)}、これらの調査結果を総合すると、初年目にはノビエ、カヤツリグサ、メヒシバ等の1年生草が多いが、その後オオアレチノギクあるいはヒメムカシヨモギがこれらに代って大繁茂する。しかしこの草種は1~2年で衰退の傾向を示し、代ってチガヤ、ススキ、ヨシ、オギ等の侵入・定着がみられる。この他シロツメクサ、スギナの発生も多い。又、榎本²⁾の試験によれば、畑水分条件でセイトカアワダチソウの種子が侵入した場合、翌年には早くもメヒシバ等1年生草の減少を引き起こしながら最優占する可能性が示されている。以上の遷移は水分の減少、土壌の諸性質の変化ならびに風散布種子あるいは畦畔よりの地下茎による雑草の侵入の結果と考えられる。これらのことから、水はけにもよるが放棄後4~5年間で、ススキ、ヨシ等イネ科多年生やセイトカアワダチソウの優占する河川敷、鉄道敷等の植生と大差のない状況になるものと推定される。

(2) 管理と植生

前述のように発生の多い草種には各場面を通じて共通のものとして管理程度の差異に由来していると考えられる。そこで、まず管理の種類を問わず、大まかにみて管理の

第3図 各場面の共通種の割合

注) 第1表をもとに算出した。

集約度及び芝植栽の有無により植生がどのように変異するかを検討した。なお、除草剤施用による遷移の問題についてはⅢにおいて後述する。

第2図には、雑草発生場面の形態は類似しているが、管理の集約度及び張芝の有無という点で異なる鉄道と道路の主要雑草の比較を示している。共通して発生の多いススキ、クズヨモギ、セイトカアワダチソウ、チガヤ、イタドリ、スギナ、エノコログサの類、ヨシは適応範囲の広い草種といえよう。特にススキ、クズならびに都市部でのセイトカアワダチソウの優占化は両場面を通じて著しい。一方に多い種としては鉄道敷では多年草、道路では1年生草という傾向がみられる。後者でのみ優占する多年草はシロツメクサ、セイヨウタンポポといった草高が芝に近いものに限定されている。

次に、第1表をもとに、鉄道、道路、住宅団地、ゴルフ場フェアウェイ間の共通種の割合を比較してみると、管理法の類似度に対応する値が示される(第3図)。さらに第2表には生活型における繁殖型と生育型(沼田による)の組成を比較した。生活型の基本はもとより植物の形態や構造のうちあるものは適応形態であり、生育地の環境と深い関わり合いをもっているという考え方にある。調査法が各々異なるので厳密には評価できないが、各型においてはこの場面順に増加するもの、減少するもの、変化のないものが認められる。繁殖型の地下器官型では、管理が粗放なほど R_{1-3} 型(根茎型)が多い。散布器官型では、ゴルフ場フェアウェイでは他と比較して D_1 (風散布)型が少なく、 D_4 (重力散布)型が多い。これは多分、

第2表 鉄道、道路、住宅団地、ゴルフ場フェアウェイ雑草^{a)}の生活型組成^{b)}(種数%)

生活型			鉄道	道路	住宅	ゴルフ場
繁殖型	R型	$R_1 \sim R_3$	55.2	43.3	31.4	19.0
		R_4	13.8	10.0	14.3	19.0
		R_5	31.0	50.0	57.1	61.9
	D型	D_1	30.0	36.7	28.6	14.3
		D_2	6.7	6.7	5.7	0.0
		D_3	3.3	6.7	5.7	4.8
		D_4	60.0	53.3	68.6	81.0
		D_5	10.0	6.7	0.0	0.0
生育型	e	e	34.5	20.0	11.4	0.0
		b	13.8	23.3	31.4	38.1
		t	26.3	30.0	31.4	28.6
		l	20.7	10.0	0.0	0.0
		p	13.8	10.0	22.9	28.6
		r, pr, ps	13.8	26.7	25.7	28.6

a) 第1表記載の雑草を対象とした

b) 日本原色雑草図鑑(沼田, 吉沢編)の分類によった両型を示すものは2度数えた

裸地部分の少いこと、サッチが厚いことが関係しているであろう。生育型における特徴としては、鉄道敷→フェアウェイで直立型(*e*)、つる性(*l*)が顕著に減少し、分枝型(*b*)、ほふく型(*p*)及び各種ロゼット($r+pr+ps$)が増加する傾向がみられる。このことは鉄道敷では優占種がススキ、イタドリ、ヨモギ、セイタカアワダチソウ等高草高の種であるのに対し、ゴルフ場では低草高の芝草であることによるものであり、種間競争と管理、特に刈取りに対する抵抗性を反映しているものと思われる。

刈取り操作に対する主な多年生草の反応については、まずススキ群落は年間2～3回の刈取りが入ると衰退するが^{20,35)}、秋季1回刈りであれば遷移が止って維持される¹¹⁾ことが知られている。又、ヨシ、オギも春夏季の2回刈りで衰退する³⁵⁾。これに対してチガヤは刈取りにより優占化する傾向がみられる。根本³⁶⁾は刈取りによりヨモギは分枝数を増加させ、上向出芽が促進されて株の拡大をまねくと述べている。セイタカアワダチソウも同様である。岩城³⁰⁾はセイタカアワダチソウの侵入したオギ群落で刈取りを繰り返すと、オギが衰退しセイタカアワダチソウが優占化してくると述べている。さらに、伊藤¹³⁾のゴルフ場各場面での出現草種の調査によれば、ヨモギはフェアウェイ(刈取り草高2～2.5cm、回数月3～4回)、セイタカアワダチソウ、チガヤはラフ(5cm、2回)にまで出現するが、ススキは法面ラフ(刈取り0)にしか出現していない。一方、耕うんの影響については、菅原⁵²⁾の休耕畑での調査を参照すると、チガヤ、イタドリ、ヨモギは、耕うん、無耕うん両区に侵入・定着するが、ススキは無耕うん区にしか出現しない。以上の事実は機械的除草に対し、ヨモギ、チガヤ、イタドリ、セイタカアワダチソウは比較的強く、ススキ、ヨシ、オギは弱いことを示している。

前に述べたような管理と植生の関係は、1) 現在の群落は単に遷移の一段階であり、管理法によってより管理し易い群落にもしにくい群落にもなること、2) その手段にかかわらず総じて人為的干渉の強度が低下すれば、除去し難くかつ雑草害も大きい、直立型やつる性植物の多い大型多年生草の群落に急速に移行することを示している。対策としては、まず第一に造成、休耕等の後の初期段階を放任しないことである。すなわち多年生草の栄養繁殖器官の発達しない実生の段階において定着を阻止することである。次にこれらが優占化してしまった場面では、一度は強力な干渉を行う必要がある。化学的制御が可能な場合は、対象草種を根絶し得る除草剤の種類、処理時期、薬量の適切な選択が求められる。

(3) 帰化植物の侵入と定着

非農耕地雑草で無視できないのが帰化植物である。浅井²⁾は帰化植物の最初の侵入地として、港、空港、税関(植物防疫所)、農業・園芸試験場、植物園関係、薬用(有用)植物栽培試験場、牧場、養鶏・養豚場、精米場、ゴルフ場、しょう油・豆腐製造工場、毛織工場、高速道路・宅地造成建設関係の諸設備、動物園、園芸植物商関係、その他じん芥処理場などをあげている。港の埠頭、鉄道の輸送貨物の集積所附近には種々の帰化植物が群生しているのがみられる^{2,45)}。

雑草管理という視点では、現植生においてどの種が帰化植物であるかということは、重要性をもたないが、帰化植物の非農耕地への侵入と定着の状況を把握することは、今後第二のセイタカアワダチソウ問題を生じさせないために必要なことと考えられる。代表的な非農耕地帰化雑草であるセイタカアワダチソウは、現在北海道まで分布しているが、中川³⁴⁾は本種は近畿以西の市街地を中心に分布しており、群落の形成程度は比較的人手の入らない鉄道線路添い、道路脇、河川の堤防で大きく、住宅周辺や工場敷地では人手の入る程度により、河原は川の状態により異なったりやや低いと述べている。又その侵入は種子の風による遠隔散布とともに、各種交通機関によるものであろうとしている。内藤³³⁾は在来のエゾタンポポと外来種であるセイヨウタンポポの仙台市における分布調査から、後者は、1) 市街地の中心地、2) 大型機械により土地造成が行われたところ、3) 人手の加わり方が年間2～3回定期的にあるような場所に定着し易いことを見出している。

第3表には、一例として京都・大阪間の国鉄線路(貨物線を含む)で観察された帰化植物の種類を示したが、キク科とイネ科、つまり風散布種子を有するものと牧草(芝草)草種が多いことがわかる。牧草種が多いことについては、鉄道敷も施工時には植生工が行われており、植栽されたものやそれに混入していた種子に由来すると推察される。しかしながら、発生の多い草種は、貨物線碎石中に多いセイヨウヒルガオを除いて、いずれも近隣の道端、河川堤防等で通常見かけるものであり、侵入の機会があっても分布を拡大できる種は限られていることを示している。

以上のことから、新しい帰化植物の蔓延を防ぐには次の注意が必要である。1) 法面緑工を行う場合は、その場面の将来、周囲の環境等に十分配慮すること、2) 造成あるいは裸地化して1年以上放任しないことである。今日の交通網の発達、生活環境の過密化から推して、帰化植物の伝播は防止できないであろうから、定着の段階

第3表 京都一大阪間国鉄線路脇にみられた帰化植物 (1981).

科	種 名	科	種 名	科	種 名
キ ク 科	セイヨウタンポポ	アカバナ科	コマツヨイグサ	イ ネ 科	シマスズメノヒエ
	ブ タ ク サ	トウダイグサ科	コニシキソウ		(バヒアグラス)
	セイタカアワダチソウ		オオニシキソウ		ホ ソ ム ギ
	アメリカセンダングサ	マ メ 科	シロツメクサ		(ベレニアルライグラス)
	ヒメジョオン		コメツブウマゴヤシ		ネ ズ ミ ム ギ
	ハルジョオン	アブラナ科	マメグンバイナズナ		(イタリアンライグラス)
	ヒメムカシヨモギ		セイヨウカラシナ		オニウシノケグサ
	オオアレチノギク	ナデシコ科	オランダミミナグサ		(トールフェスク)
	ホウキギク	ヤマゴボウ科	ヨウシュヤマゴボウ		カ モ ガ ヤ
	オニノゲン	ヒ ユ 科	ホソアオゲイトウ		(オーチャードグラス)
	トゲジシャ		ホナガイヌビユ		シナダレスズメガヤ
	ベニバナボロギク	ア カ ザ 科	ケアリタソウ		(ウイーピングラブグラス)
	ダンドボロギク	タ デ 科	エゾノギシギシ		コ ヌ カ グ サ
	ツボミオオバコ	イ ネ 科	アレチギシギシ		(レッドトップ)
オオバコ科	オオイヌノフグリ		メリケンカルカヤ		オオアワガエリ
ゴマノハグサ科	タチイヌノフグリ		セイバンモロコシ		(チモシー)
ナ ス 科	アメリカチョウセンアサガオ		ヒメコバンソウ		ナ ガ ハ グ サ
ヒルガオ科	セイヨウヒルガオ		イ ヌ ム ギ		(ケンタッキーブルーグラス)
アカバナ科	アレチマツヨイグサ				

注) ===: 発生頻度の高いもの, —: 発生頻度がやや高いもの

帰化植物の判別は長田^{43,44)}による

第4図 ススキ, セイタカアワダチソウ, クズの生長(新生部現存量)と主な転流の方向

注) a) は文献 30), 39), b) は 7), 64), c) は 11), 40) を参照した。

でこれらを阻止することが肝要と思われる。

(4) ススキ、クズ、セイタカアワダチソウの生態

これら3種はTVC場面において、雑草害、ならびに制御の困難さから最大の問題雑草である。ここではその生態のうち、管理上関係の深い繁殖様式、生活環等の概略を述べるにとどめる。第4図にはおおよその生育周期を示した。

ススキは草地管理の上から群生態³⁹⁾、個生態^{27,31)}が詳細に研究されている。島田⁵¹⁾の仙台における種子からの経年的な生育調査によれば、採取後直ちに播種した種子は翌春5月に発芽し、初年目は草丈50cm位にしかならないが2年目には平均270cmに達する。しかし、完全な成体としての機能を営み得るまでには発芽後4～5年要するようである⁴²⁾。年間の栄養生長期間は九州南部では240日、北海道では60～80日と緯度により著しく差があり¹¹⁾、従って最終の草高も開花期も異なる。ススキ地下茎の発育特性については、通常地表下5～20cm層に分布すること、各地下茎は年間3～5cm生長して2～3年間生存し、株の中心部から発達順序に従って枯死し、枯死中心部を形成して放射状に占有部分を拡大していくことが明らかにされている⁶³⁾。

クズの生育様式については津川ら^{56,57,58,59,60)}及び伊野ら¹²⁾の詳細な研究がある。周囲にクズ繁茂のない土地への侵入は当然種子によるが、クズの種子形成は少なく発生率が極めて低く、一旦発生しても生存率は低いことが知られ⁴¹⁾、又、発芽はだらだらと起るが7月中旬までに発芽しないと生存の可能性はないという報告もある¹¹⁾。さらに刈取りを行っている場面では新生茎からの花芽形成はまれである²⁹⁾等、概して種子繁殖能力は低い。従ってクズの旺盛な繁殖と分布の拡大は何と云っても塊根、旧茎内の豊富な貯蔵養分による茎の伸長と節発根によっている。個体当りの当年生茎は全長1,000m前後、越年茎は200m前後にも及び¹¹⁾、1m²当り全越年茎は15m以上に達した例⁵⁹⁾もある。津川ら⁵⁹⁾は1環から7環までの越年茎のうち全節数に対する発根節の割合は、1環の茎では少ないが、4環の茎で最大に達し、全発根節数は2環の茎で最も多いとしている。又、茎の太さ3.5mmを越えると発根率は急激に高まるとの報告もある⁴⁰⁾。

セイタカアワダチソウの裸地への侵入・定着は速であるが、侵入はm²当り100万粒ともいわれる風媒種子による。榎本ら⁶⁾は、実生個体からの3年間の生長過程を明らかにしており、北元²⁶⁾は本種個体群の動態について諸生長の相互関係を解析し、生活環、侵入後の分布の拡大と定着における地下茎の役割について考察している。地下茎は周囲に伸長し占有面積を拡大するとともに、前

年までの地下茎の間にも新地下茎を発達させて、すでに占有した空間を保持する。地下茎は土壌にもよるが、5cm層を中心に約10cm深までに分布し、それ以下に埋没した地下茎からの出芽は著しく劣る⁶⁴⁾。一方地上部の密度の増大は主として当年茎の生長停止に伴って生じる10月末頃から4月にかけてのロゼットの発生によっている。なお本種の茎長は放任すれば3m前後にもなるが、北海道では草高も低く開花期も8月下旬～9月中旬と早い³²⁾。

Ⅲ. 化学的制御の基本と問題点

(1) 除草剤利用の基本

まず最初に、除草剤利用の得失について、刈取りとの比較において評価してみる必要がある。化学的制御というと第一にその経済的・省力的な利点を取り上げられるが、ちなみに一例として鉄道敷での実態(1981年、吹田、施工基面)をみると、1回の除草単価は除草剤散布(薬剤費を含む)で24～58円/m²、草刈り(平刈り、機械刈り併用)で71～74円/m²であり⁴⁷⁾、これを裏付けている。又、必要作業回数からみた場合、刈取りでは仮にセイタカアワダチソウ群落が対象とすると、杉野ら⁵³⁾の調査より推定すれば、草高50cm以下に抑えておくには4回も実施しなければならない。さらに除草剤処理では、冬～春季の雑草発生前も含めて作業時期を比較的自由に選択できる利点もある。このように除草剤利用は省力、経済性において有利な場合が多いが、さらに第4表に示したような得失を十分考慮して、除草剤特有の機能を積極的に発揮させるべきである。ただし、常に二者択一ではなく、刈取りとの組み合わせによって高い効果をあげ得る場面もある。

次に、実際に除草剤を使用するに当たって考慮すべき点としては、その効果、経済性、安全性をできるだけ高めることである(第5図参照)。安全性については急性毒性の低い薬剤を選択することは当然として、近隣作物・

第4表 除草剤利用の得失

比較項目	刈取り ^{a)}	除草剤 ^{a)}
抑草期間の長さ	短い	長期可
調節	不可 ^{b)}	可 ^{b)}
多年生雑草の根絶	不可	可
植生の変化・改良	不可	可
・悪化	可	可
抑草状態の美観	良	不良
環境汚染	不可	可

a) 年回1～2回実施の場面を対象とする。

b) 可：可能性あり、不可：可能性なし。

第5図 非農耕地での除草剤使用に当たって考慮すべき事項

植栽の薬害、有用動物への害を防止するためには、ドリフトの少ない散布法、天候、散布時期への配慮、揮発性・土壌移行性・土壌残留性の小さい薬剤を選択することであろう。経済性については、単に一回の使用単価で判断されるべきではなく、望む効果を得るために投入される総経費をもって比較されるべきで、効果と密接な関係にあることはいうまでもない。又、除草剤の効果を変動

させる要因は非常に多いが、散布に当ってこれらに配慮するだけでなく、予想通りの結果が得られなかった場合に各要因に照して原因を追究することも大切である。

さらに、このような除草剤の利用は、初めに述べたように長期的な視野に立った雑草管理体系の中に位置づけられて、初めて高い効果を発揮するものである。第5表に示した管理プログラムは鉄道敷を対象として作成したものであるが、類似する平面及び法面管理にも共通すると思われる。このプログラムの主眼はまずそれぞれの場面の群落の構成種を、害が大きく管理しにくい草種を除去することにより整理し、残ったものを維持又は抑草していくことにある。

しかしながら、以上に述べた事柄はあくまで基本であって、具体化するに当って必要な知識、すなわち各問題雑草と根絶可能な除草剤との組合せ、除草剤処理後の遷移の実態、又、法面における望ましい雑草草生の作成と維持の方法等については、現在のところ極めて限られた情報しかなく、多くは今後の研究に負うところが大きい。そこで、現実の雑草管理のいくつかの改善と今後の研究の足がかりとするために、以下に現在までの情報をまとめてみた。

(2) 問題雑草対策

セイタカアワダチソウ、ススキ、クズ、ヨモギ、イタドリといった雑草は群落を形成することが多いが、これらの根絶あるいは長期間の抑圧の方法を知ることは、適切な管理の第一歩である。著者らは昭和53年から4年間

第5表 管理プログラムの一例

場 面	管理の目的方向	1 年 目	2 年目	3 年 目 以 降
平面—植生不良 ¹⁾	裸 地 化	大型多年生草根絶 (除草剤A類) ³⁾		1年生草抑圧(除草剤B類) ⁴⁾
平面—植 生 良 ²⁾	裸 地 化	(除草剤B類) ⁴⁾		
法面—植生不良 ¹⁾	小 型(イネ科) 植生による被覆	大型多年生草かん 木の根絶 (除草剤C類) ^{5)*}	イネ科雑草植生への変遷(除草剤D類) ⁶⁾ 又は 植生全体のわい化(生長調節剤) ⁷⁾ 又は 牧草などの育成(除草剤D類) ⁶⁾	
法面—植 生 良 ²⁾	同 上	*に同じ		

1) セイタカアワダチソウ、ススキ、クズ、カラムシ、イタドリなどの優占するところ

2) 1年生(及び一部小型多年生)の優占するところ

3) セイタカアワダチソウ、ススキ等に有効な土壌処理剤

4) 1年生草を枯殺する土壌処理剤

5) セイタカアワダチソウ、ススキ、かん木等に有効な茎葉処理剤

6) 広葉選択性の茎葉処理剤

7) わい化剤

第6図 ススキ、クズ、セイトカアワダチソウに有効な除草剤(単剤)——処理時期の組合せ例

注) [-----] 残効が短いか比較的短かい薬剤, [————] 約1年間抑草可能な薬剤

———— 経済性、効果のいずれかの点から最適とはいえない組合せ

にわたって国鉄大阪局管内の平地(線路間及びその他用地)ならびに法面において、セイトカアワダチソウ、ススキ、クズに対する効果、残効期間、処理後の遷移に関して24種の除草剤(主に単剤)について調査を行ってきた。非農耕地で問題になる雑草に対する除草剤の作用性や処理法に関連する資料^{14,16,17,37,38)}は少ないが、林地、果樹園で共通種に対する試験結果^{3,21)}が若干得られている。そこでこれらの資料をも参照し、鉄道での試験結果をもとに、セイトカアワダチソウ、ススキ、クズを対象として最も有効と考えられる優占種—除草剤—処理時期をまとめたのが第6図である。図中破線で囲った除草剤は第5表の除草剤A類に、点線で囲ったものはC類に該当する。ススキはテトラピオン、DPA、グリフォサート、ブチダゾールあるいはヘキサジノンの適正な使用で株ごと枯殺することができるが、水田脇のススキ(チガヤとの混合群落が多い)に対しては、水稻の薬害を回避する意味でテトラピオンの秋・冬季処理やグリフォサートの秋処理が望ましいと考えられる。セイトカアワダチソウに関しては、アシュラム、チアザフルロン、イソ

ウロン、テブチュウロン処理で翌春の再生をほぼ完全に抑えることができる^{14,18)}。ただし、チアザフルロン、イソウロンの生育期処理では草高100cm以上の群落には効果が劣った。クズは地下部より根絶することは多分不可能であろうが、本種の多い法面では、残効の短さからもグリフォサートあるいはトリクロピルの茎葉処理が最適と考えられる。ちなみに連年使用は非常に有効で、クズの被度約100%の広い法面に7月上旬に施用した場合、翌年同時期には30~50%となったが、再度の散布により、3年目7月には10%以下に減少した。なお、DPA・テトラピオン微粒剤も林地のクズ防除には最も有効な薬剤である²¹⁾が、微粒剤の使用できる範囲はやや限られるであろう。以上の3種以外については、ネザサにはテトラピオン、グリフォサート、ヨモギにはセイトカアワダチソウと共通の薬剤及びグリフォサートが有効である。又、特に鉄道軌で問題になるスギナはアシュラムで、ヒルガオ類はグリフォサートで再生が抑えられる。なお、ここでは単剤、単用に限って取り上げたが、特にこれらの混合群落については、今後混用や時期をずらした組み

第7図 グリフォサート^{a)}の希釈水量とススキに対する効果^{b)}

- a) 0.21ml/m²成分量(有効量の約1/2)で11月7日処理
 b) 翌年6月18日調査
 c) 0:効果なし, 1:再生やや抑制, 2:再生かなり抑制, 3:茎基部のみ生存, 4:完全枯死
 d) 葉量0.28ml/m²で軽く塗布

第6表 除草剤処理後の遷移例^{a)}

試験番号	除草剤名(葉量) ^{b)}	処理日	優 占 種			
			処 理 時		1 年 後	
			優 占	次優占	優 占	次優占
1	チアザフルロン(0.5)	5月23日	アキノエノコ	———	アキノエノコ	ヒメムカシヨ
			ログサ		ログサ	モギ
	イソウロン(1.0)	"	"	"	"	"
	テブチュウロン(0.8)	"	"	"	"	"
	プロマシル(0.8)	"	"	"	"	"
	D C M U(1.43)	"	"	"	"	"
	アシュラム(1.85)	"	"	"	ヒメムカシヨ	アキノエノコ
2	グリフォサート(0.41)	"	"	"	モギ	ログサ
	無 処 理	"	"	"	ヒメムカシヨ	アキノエノコ
					モギ	ログサ
3	ヘキサジノン(0.8)	6月26日	セイタカアワ	メドハギ, ダチソウ シロツメクサ	アキノエノコ	———
4	D P A(3.4)	7月6日	ススキ	ク ズ	セイタカアワ	ク ズ
5 ^{c)}	ヘキサジノン(0.8)	5月20日	セイタカアワ	ススキ	アキノエノコ	ヤハズソウ
	ブチダゾール(1.0)	"	ク ズ	"	シロツメクサ	ヒメムカシヨ
6	トリクロビル(0.44)	7月上旬~下旬	ク ズ	スギナ	(3か月後)	ウシハコベ
	グリフォサート(0.41)	"			アキノエノコ	メヒシバ,
7					ログサ	ク ズ
	トリクロビル(0.44)	5月23日	ク ズ	セイタカアワ	(16か月後)	アキノエノコ
	↓	3月下旬		ダチソウ,	ログサ	ススキ,
8	テブチュウロン(0.5)	7月中旬		ヨモギ,		セイタカアワ
	↓			イタドリ		ダチソウ
9	トリクロビル(0.44)					

- a) 除草剤により優占種が完全に枯死した場合のみをとり上げた
 b) g/m²
 c) 2年連用

合せの検討, より有効な単剤の開発などにより, さらに効果的な防除法が期待される。

ところで, 茎葉吸収型の除草剤では散布水量がその効果を左右する重要な要因となる。第7図にはその一例としてグリフォサートの散布水量と効果の関係を示す試験結果を示したが, 本剤においては水量は総じて少ない方が有効で, この場合特に $100\text{ml}/\text{m}^2$ と $50\text{ml}/\text{m}^2$ との間で明らかな差がみられた。従って液剤の法面散布やスポット処理では, L V, U L V 散布機の適用も検討を要する問題である。

(3) 除草剤利用と遷移

除草剤処理によって生じる遷移の問題については重要な課題であるにもかかわらず, 非農耕地での研究例はみられない。第6表には除草剤処理前後の優占種の変化について, 鉄道敷での試験成績より拾ってまとめた。又, 第7表には林ら¹⁰⁾がまとめた二次遷移の遷移段階と優占種について示した。これらを総合するとある方向性が見出される。林ら¹⁰⁾が述べている破壊後の先駆群落の種類組成を決める要因に準じれば, 除草剤処理により現植生が破壊された後の種類組成は, ①処理される群落の遷移段階, ②除草剤の種類, 薬量, ③処理時期, ④まわりの植生によって決まると思われる。まず「処理時の段階」

は多くの場合多年生草本期であるが, 除草によってこれら優占種が完全に除去された場合(第6表, 試験番号2~6)は, 「除草剤の種類」をとわず速やかに先駆群落に移行する傾向のあることがわかる。しかしながら, 現状では一年草を非選択的に枯殺して多年草には効果の劣る薬剤の使用が多いから, 果樹園におけるDCMUやプロマシル連用の事例^{15), 19)}のように, 特に残効の長い除草剤では, かえって多年草の一年草に対する競争力を高める場合もみられる。一方, 先駆群落に処理された場合(試験番号1)では, 「除草剤の種類」によりやや異なり, 残効の大きい薬剤では遷移は進行しないが, 比較的小さいものでは次のステージに移る傾向が認められる。又, 後者では特に「周囲の植生」からの侵入が大きな影響をもっている。さらに「処理時期」も処理時の各構成種のステージによる種子生産の有無, ならびに除草剤の残効の消失と埋土種子の発芽の时期的な兼ね合いを通じて遷移に影響を及ぼすものと考えられる。

ところで除草剤の処理によって出現する先駆群落は近畿周辺ではアキノエノコログサ群落である場合が非常に多い¹⁸⁾(関東ではブタクサといわれている)。その原因は第8図に示す一年草群落に対するプロマシル処理の試験例からもある程度うかがえる。すなわち, アキノエノ

第7表 二次遷移の遷移段階と優占種(林, 沼田, 1968)

先駆群落の優占種	次のステージの優占種	多年生草本期の優占種	地域と研究者
<i>Lamium amplexicaule</i> <i>Alsine media</i>	<i>Solidago hirsutissima</i>	<i>Solidago</i> <i>Cerothamnus</i>	New Orleans; BONCK and PENFOUND (1945) ³⁷⁾
ヒメムカシヨモギ メ ヒ シ バ	<i>Haplopappus divaricatus</i> (yellow aster) <i>Lechea villosa</i> (ハンニチバナ科)	<i>Eragrostis spectabilis</i> ギ ヨ ウ ギ シ バ	South Carolina; ODUM (1960) ³¹⁾
ヒメムカシヨモギ	ブ タ ク サ <i>Aster dumosus</i> <i>Aster ericoides</i>	<i>Andropogon virginicus</i>	North Carolina; OOSTING and HUMPHREYS (1940) ³⁸⁾
ブ タ ク サ アレチマツヨイグサ	<i>Solidago nemoralis</i>	<i>Aster ericoides</i> <i>Andropogon scoparius</i>	New Jersey; BARD (1952) ³⁹⁾
ブ タ ク サ ヒメムカシヨモギ <i>Erigeron strigosus</i>	ブ タ ク サ ヒメムカシヨモギ	<i>Aster pilosus</i> <i>Andropogon virginicus</i> セイタカアワダチソウ	Tennessee 中部; QUARTERMAN (1957) ⁴⁰⁾
ブ タ ク サ エ ノ コ ロ グ サ メ ヒ シ バ	ヒ メ ジ ヨ オ ン オ オ ア レ チ ノ ギ ク アレチマツヨイグサ	ス ス キ チ ガ ヤ	千葉; 沼田ら (1955) ^{13~15)}
ハ ル タ デ シ ロ ザ	ヒ メ ジ ヨ オ ン ヒメムカシヨモギ アレチマツヨイグサ	ス ス キ	菅平; 林 (1967) ³⁴⁾
イ ヌ タ デ メ ヒ シ バ	ヒ メ ジ ヨ オ ン ヒメムカシヨモギ		北海道; 桑原 (1964) ⁴¹⁾

第8図 プロマシル処理薬量の相違による一年草の被度の変化(処理2か月後)

コログサは、メヒシバ、ヒメムカシヨモギに比べて抵抗性が高いことと共に、プロマシル処理により無処理よりも増加していることから、前植生の消失が本種の発芽・発生に何らかのトリガー的役割を果していることが示唆される。DPA・DCMU・2,4-D混合剤による同様な試験においても同じ結果が得られている。

(4) 法面管理のあり方

法面管理は、土面保護のための草生を雑草害を生じない程度にかつ美しく維持するのが理想で、従って技術的には種々の難しい問題を含んでいる。美観という点からは刈取りの繰り返しが最適であろうが、経費面、刈草の搬出の必要、大型機械の入りにくさ等を考慮すれば、化学的方法に頼らなければならない場面が多い。現在のところこれを体系づけるための十分な知見はないが、ここでは自生植物による法面草生に関連する事項について簡単に検討したい。

自生植物による法面草生の管理は基本的には量的な調節と質的な調節に分けられる。質的な側面としては、まず望ましい草種構成の群落に遷移させることであり、前述のような除草剤の利用が考えられる。次に草生材料となる草種は当然場所により異なるが、これに要求される属性としては、1) 草高が比較的低い、2) 根群の発達が良く土壌の保持力が大きい、3) 種子繁殖力あるいは栄養繁殖力大で他雑草との競争に強い、4) 除草を必要としている隣接地に侵入しない等があげられる。しかし、これらの全条件を満足させる草種は少く、あえてあげれば冬春季ネズミギ、ホソムギ、スズメノチャヒキ、カ

モジグサ、イヌムギ等から夏秋季メヒシバ、エノコログサ類等への交代、あるいはほぼ通年利用できるものとしてチガヤ、クローバー類といったところであろう。チガヤについて猶原³⁵⁾は、本種は密生しても過度に閉さず、そのため土壌が軟化せず土壌安定に非常に効果的な草生を形成し、やせ地、乾燥地にも良く耐え再生力も強く速やかで、本種の群落を人為的に助長発達させることは比較的容易であると推奨している。

一方、量的な調節法としては、除草剤による方法と共にわい化剤の適用が考えられる。著者らは芝用、園芸用として利用あるいは開発されている数種のわい化剤の雑草群落に対する作用を調査・検討中であるが、2, 3の化合物においてかなり広いわい化スペクトラムを認めている。しかしながら、セイタカアワダチソウやクズなどの混入する全植生をわい化剤のみで制御するのは賢明な方法とはいえず、除草剤との併用、混用を行うなどして、質的な調節との組み合わせにおいて利用面があると思われる。法面管理に適用できるわい化剤の特性としては、1) わい化スペクトラムが広い、2) 土壌処理効果を有する、3) わい化した植物の形態が醜くないことなどであろう。他方、除草剤で群落全体を生育抑制する方法は、広く受け入れられているものの、外観が良くないことと共に、感受性草種と抵抗性の草種の間の抑制程度の差が顕著で、極端な場合は裸地部分と草生部分がモザイク状に出現するなど良好な結果が得られない場合が多い。ただし薬剤によっては秋処理にこの効果が期待できる。

なお、法面保護のためにどの程度の草生が必要かという点については、北海道で洋芝植生の場合、草丈20~25 cmで侵食が防止されるという報告がみられる⁵⁰⁾が、土壌や立地により異なると考えられ、草生の必要時期や期間を含めてさらに今後の研究課題であると思われる。

謝辞：本論のⅢ、化学的制御の基礎と問題点は、主に日本国有鉄道での調査、試験成績をもとにして書いたものである。研究の実施に当っては、国鉄大阪局保線課長坂本修一氏、前保線課長高田正朗氏、前吹田保線区長福岡恭氏の多大のご理解、ご協力をいただいた。又、資料の整理については同保線課鈴木喜也氏の、調査に際しては国鉄大阪局及び京大雑草学研究室の方々の協力をいただいた。

全体にわたる試験の遂行、資料の入手については京大教授植木邦和博士のご親切なご配慮を賜った。さらに、伊藤幹二博士(日本イーライ・リリー株式会社)からは数々の貴重な助言を得た。

以上の方々に心より感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 荒井福哉：河川敷雑草とその防除，植調 15 (7)，8~14 (1981)。
- 2) 浅井康宏：帰化植物の由来，遺伝 12，5~10 (1971)。
- 3) DAITO, H. and K. MORINAGA: Control of Nezasa and Kudzu vine with glyphosate in citrus groves. 雑草研究 25 (4)，279~285 (1980)。
- 4) 道路緑化保全協会編：植栽管理の省力化に関する研究 (その2)，日本道路公団 (1982)。
- 5) 江原 薫・北村文雄編：総説芝生と芝草，ソフトサイエンス社，東京，(1977)。
- 6) 榎本 敬・中川恭二郎：セイタカアワダチソウに関する生態学的研究，雑草研究 22 (4)，202~208 (1977)。
- 7) 榎本 敬：放棄畑における群落遷移の一例，雑草研究 23 (別)，138~140 (1978)。
- 8) FRYER, J. D. and S. A. EVANS (ed.): Weed Control Handbook II, Black Well (1968)。
- 9) 古谷誠治：空間論からみた芝生雑草防除のあり方，芝草研究 8 (1)，9~15 (1979)。
- 10) 林 一六・沼田 真：植物群落の遷移に関する理論的考察，雑草研究 7，1~11 (1980)。
- 11) 堀田満編：植物の生活誌，平凡社，東京 (1980)。
- 12) 伊野良夫・大島康行：クズの成長と生活様式について，第1報，早大教育学部学術研究 22，1~15 (1973)。
- 13) 伊藤幹二：芝地における雑草防除体系，芝草研究 8 (1)，31~39 (1979)。
- 14) ITO, K., S. HORIO, H. YUKINAGA, K. IDE, M. ITO and K. UEKI: Chemical control of *Solidago altissima* in non-crop land. Proc. 7th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf., 173~176 (1979)。
- 15) ITO, M. and K. UEKI: Effects of successive application of herbicides on the weed control and the weed shift in a citrus orchard. Proc. 7th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf., 63~66 (1979)。
- 16) 伊藤操子・植本邦和・堀尾誠一・伊藤幹二：造成地の植生管理に関する研究，雑草研究 25 (別)，55~56 (1979)。
- 17) 伊藤操子・植本邦和・福岡恭・坂本修一：除草剤による非農耕地の雑草管理に関する研究，雑草研究 26 (別)，186~190 (1980)。
- 18) 伊藤操子・植本邦和・坂本修一：鉄道敷の雑草管理に関する研究，第1報，雑草研究 27 (1)，1~8 (1982)。
- 19) 岩川 孝：ミカン園の除草剤による雑草防除，農業及園芸 48，1077~1082 (1973)。
- 20) 岩城英夫：草原の生態，共立出版 (1971)。
- 21) 関西地区林業試験研究機関連絡協議会編：林地除草剤によるクズの防除，林地除草剤に関する試験報告書X，(1976)。
- 22) 笠原安夫・藤沢浅：休耕乾田雑草群落の遷移に関する生態学的研究，雑草研究 23 (別)，141~143 (1978)。
- 23) 笠井幹夫・井上隆根：線路雑草に関する研究報告，鉄道研業研資料 122 (9)，(1932)。
- 24) 金 忠男・関 寛三・熊野誠一・国分牧衛：休耕田の管理法と雑草発生相との関連 (2)，雑草研究 23 (別)，144~146 (1978)。
- 25) 金 忠男・関 寛三・熊野誠一：休耕田の管理法と雑草発生相との関連 (3)，雑草研究 23 (別)，147~149 (1978)。
- 26) 北元敏夫：セイタカアワダチソウの生活史，生物科学 27 (4)，169~179 (1975)。
- 27) 小林克実：ススキ株の生長と維持に関する研究，日草誌 27 (1)：71~78 (1981)。
- 28) 国土庁編：国土利用白書，昭和57年版，大蔵省印刷局。
- 29) 小谷健一・清水秀満・近藤芳五郎・橘詰隻人：クズの生態に関する研究 (II)，日林関西支部第27回大会講演集，134~137 (1976)。
- 30) 増沢武弘：多年生草木の生長解析，生物科学 27 (4)，203~212 (1975)。
- 31) 松村正幸：ススキ属植物の個生態・育種 ススキの研究，平吉切退官記念事業編，111~158 (1976)。
- 32) 森田弘彦：北海道における帰化植物の特徴と防除上の問題点，雑草研究 26 (3)，200~214 (1981)。
- 33) 内藤俊彦：タンポポ属の侵入と定着について，生物科学 27 (4)，195~202 (1975)。
- 34) 中川恭二郎・榎本 敬：セイタカアワダチソウの日本における分布，農学研究 55，67~78 (1975)。
- 35) 猶原恭爾：日本の草地社会，養賢堂，東京 (1965)。
- 36) 根本正之：人工草地における主要雑草の生態的特性—大型雑草の刈取りに対する反応，雑草研究 24 (1)，12~18 (1979)。
- 37) 二瓶信男・佐々木 享・山崎慎一：スギナの生態と防除，雑草研究 6，94~100 (1967)。
- 38) 日本鉄道施設協会編：効果的な線路除草に関する研究，(1982)。
- 39) 沼田 真：生態学的にみたススキ型草地，ススキの研究，平吉切退官記念事業編，1~28 (1976)。
- 40) 大林弘之介・橋本忠義：クズの生態に関する研究 (II)，日林関西支部第30回大会講演集，124~126 (1979)。
- 41) 大林弘之介：森林保育上よりみたクズの個生態，林業技術 444，21~24 (1979)。
- 42) 尾方信夫・長友安男：林地におけるススキ群落の生態的特性と抑草目標について，雑草研究 12，52~54 (1971)。
- 43) 長田武正：日本帰化植物図鑑，北隆館，東京 (1972)。
- 44) 長田武正：厚色日本帰化植物図鑑，保育社，東京 (1976)。
- 45) 長田武正・富士 堯：帰化植物，保育社，東京 (1977)。
- 46) 斉藤博行・山崎栄蔵・笠原喜久男：休耕田における雑草発生消長について，雑草学会講演要旨 12，70~72 (1973)。
- 47) 坂本修一：鉄道における薬剤除草について，鉄道線路 29 (12)，22~26 (1981)。
- 48) 坂本修一・鈴木喜也：除草の歴史，新線路 36 (1)，30~33 (1982)。
- 49) 坂本修一・大井清一郎：線路の雑草と防除，新線路 36 (2)，31~34 (1982)。
- 50) 佐々木晴美：北海道における道路法面植生について，芝草研究 5 (1)，5~10 (1976)。
- 51) 嶋田 鏡：ススキ生態に関する資料，草地生態 1，6~7 (1962)。
- 52) 菅原清康：熟畑化過程における雑草植生の変遷に関する研究，雑草研究 23 (1)，20~25 (1978)。

- 53) 杉野 守・芦田 馨：セイタカアワダチソウ群落の刈込み、刈取りおよび薬剤散布による花粉生長のコントロール。雑草学会講演要旨 14, 208~210 (1975).
- 54) 竹松哲夫：最新薬剤除草法。博友社，東京 (1978).
- 55) 竹松哲夫：除草剤研究総覧。博友社，東京 (1982).
- 56) 津川兵衛・佳山良正：クズの群落構造に関する研究。第2報，日草誌 **21** (3), 207~212 (1975).
- 57) 津川兵衛・佳山良正：同第3報。日草誌 **22** (4), 273~279 (1976).
- 58) 津川兵衛・佳山良正：同第4報。日草誌 **23** (4), 307~310 (1978).
- 59) 津川兵衛・佳山良正：同第5報。日草誌 **26** (3), 285~289 (1980).
- 60) 津川兵衛・佳山良正：クズの乾物生産ならびに葉面積の拡大に関する研究。日草誌 **27** (3), 267~271 (1981).
- 61) 山田隆保：ススキに対するテトラピオンの効果。植物の化学調節 **6** (1), (1971).
- 62) 矢野恒太記念会編：日本国勢図会。1982年版，国勢社。
- 63) 矢野悟道：草原植物の地下器官について，第1報。日草誌 **11** (1), 48~54 (1965).
- 64) 行永寿二郎・井手欽也・伊藤幹二・嶋田資久：セイタカアワダチソウの生態に関する2, 3の観察と asulam による防除。雑草研究 **19**, 46~50 (1965).

(1982年8月1日受理)