

## ダイズ栽培におけるリビングマルチとカバークロップを中心とした 省除草剤雑草管理技術の研究動向

小林 浩幸\*

Cultural weed management by living mulches and cover crops in soybean

Hiroyuki Kobayashi\*

食の安全・安心への関心の高まりを背景として、省除草剤ダイズ栽培に関する研究が我が国でも次第に目立つようになってきた。しかしながら、これを実際の栽培技術として確立するためには、まだまだ基本的なデータの蓄積が不足している。一方、欧米、特に南北アメリカでは、省除草剤のみならず省力化や除草の安定化などの観点から除草剤以外の雑草防除技術の試験研究が以前から数多く行われてきている。省除草剤を直接的な目的としていない研究であっても、内容的には省除草剤のための研究と変わりが無いものが多い。したがって、我が国における試験結果に加えて、南北アメリカでの試験結果についても、省除草剤という共通の目標として併せて検討することが可能である。

省除草剤のために活用しうる個別技術の研究は、狭畦・密植栽培、リビングマルチなど被覆作物の利用、除草剤の帯処理など除草剤の利用に関する技術、施肥関連技術など幅広く行われてきた。本稿では、これらのうち東北地域で研究実績のある狭畦・密植栽培と被覆作物の利用に絞って、南北アメリカでの試験結果も含めてとりまとめる。また、耕種防除にあたって雑草生態の基礎的知見を得ることを目的として筆者らが福島市で行ってきた栽培条件による雑草の種組成の変化に関する研究について紹介する。さらに、これらの個別技術についての知見をもとに、技術の実用化と今後の研究の方向を展望したい。

### 狭畦・密植栽培

ダイズは「草抑え」などと言われるように、本来、被蔭によって雑草の生育を抑制する能力が高い作物である

(野口・森田 1997)。しかし、これは被蔭が完成した後のことで、草冠が閉じるまでにはかなりの時間がかかり、それまでは決して被蔭程度が強いわけではない。そこで、被蔭をできるだけ早く完成させる手段として、狭畦や密植栽培が検討されてきている。両者は本来異なる概念であり、その効果も異なるものだが、圃場試験の場面では、必ずしも明確に区分されてきていないので、ここではまとめて議論することとしたい。

第1表と第2表はそれぞれ南北アメリカと我が国で最近行われた狭畦・密植栽培に関する試験の例を示したものである。ただし、これらには省除草剤ではなく省力を目指した試験も含まれている。それによれば、南北アメリカでは畦幅は20cm以下、播種密度は5000個体/a程度が標準的である。一方、我が国でも近年試験が行われるようになってきているが、畦幅は30cm程度、播種密度は3000～4000個体/a程度と狭畦・密植の程度は高くない。こうした試験が行われるようになった背景にはかなり密植耐性の高い新品種が育成されたことがある。今後、アメリカ並みの狭畦、密植の試験も実施されるべきと思うが、そのためにはさらに密植適応性の高い品種が必要となろう。

狭畦の効果は、草冠が早期に閉じることにある。播種量がある程度以上であれば、播種量が同じであっても、普通畦の半分程度の狭畦にすることで、草冠が閉じる期間が7～10日程度は早期化し(野口ら 1993; 大段ら 2003; 小林ら未発表)、それに応じて必要除草期間も同程度短くなる(中谷・野口 1991; Knezevic *et al.* 2003)。一方、福島県農試(未発表)が狭畦と栽植密度の効果を圃場試験で調べたところ、狭畦による草冠完成の早期化および抑草効果は大きかったが、栽植密度の効果ははっ

\* 東北農業研究センター畑地利用部 〒960-2156 福島市荒井原宿南 50

Department of Upland Field, National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Arai, Fukushima 960-2156, Japan

第1表 南北アメリカにおける近年の狭畦・密植栽培試験の実施例

畦幅	播種密度または 苗立数/a	試験地	文 献
18cm	—	USA	Mulugeta & Boerboom (2000)
19cm	—	カナダ	Swanton <i>et al.</i> (1998)
19cm	10,500	USA	Egli & Bruening (2000)
19cm	4,200	USA	Knezevic <i>et al.</i> (2003)
19cm	4,500	アルゼンチン	Andrade <i>et al.</i> (2002)
19cm	5,556	USA	Pedersen & Louer (2003)
20cm	5,560	USA	Dirks <i>et al.</i> (2000)
23cm	6,000	USA	Holshouser & Whittaker (2002)
35cm	3,718	アルゼンチン	Pricelli <i>et al.</i> (2002)
50cm	5,000	USA	Heatherly <i>et al.</i> (2002)

きりしなかった。こうしたことから、栽植密度がある程度高い場合には、狭畦と密植の効果を分離すれば、狭畦、すなわち個体の配置の方の抑草効果がより大きいと思われる。狭畦栽培は中耕・培土という効果的な耕種防除手段を放棄することが前提であり、その意味で、省除草剤よりも省力の観点から注目される技術といえることができる。しかし、狭畦栽培は、それに合った品種があればいつでも簡単に採用するので、様々な耕種防除技術、特に中耕・培土を前提としない技術を補完する手段として期待される。

### 被覆作物の利用

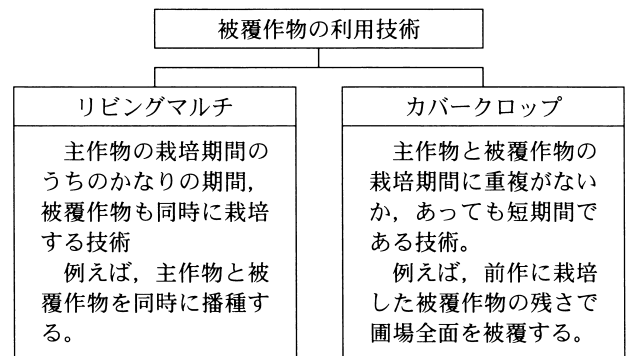
被覆作物はアメリカにおいて、土壌浸食防止の観点から20世紀初頭からすでにその利用が認められるが (Hartwig & Ammon 2002)、雑草防除の観点からの本格的な研究は1950年代初頭に始まった (Shear 1985)。当初の研究の多くは、発明まもない除草剤によって、休閑期に栽培したクローバーなどのカバークロップを故殺した後に、麦類やダイズ、トウモロコシを栽培するというものであり (Barrons & Fitzgerald 1952)、除草剤の使用が前提の技術であった。アメリカでは現在でもある時点で被覆作物を除草剤で故殺、あるいは生育を抑制する体系が多い。

被覆作物の利用技術は、第1図に示すように主作物と被覆作物の栽培時期の相対的な関係から大きく2つに分類される (Teasdale 1998; Hartwig & Ammon 2002)。一つはリビングマルチ、すなわち主作物と被覆作物が同時に生育することで被蔭を強化し、主として雑草の生育、場合によっては出芽も抑制しようとするものである。被覆作物との同時播種はその典型である。もう一つはカバークロップとしての利用、すなわち休閑期、通常は冬

第2表 我が国における近年の狭畦・密植栽培試験の実施例

畦幅	播種密度または 苗立数/a	試験地	品 種	文 献
30cm	1,677	茨城	タチナガハ	野口ら (1993)
30cm	3,000	鳥取	すずこがね	山下 (2002)
30cm	3,700	福島	スズユタカ	小林ら (未発表)
30cm	—	茨城	タチナガハ	中山ら (2001)
35cm	3,810	福島	ふくいぶぎ	福島農試 (未発表)
(35cm)*	2,857	福岡	サチユタカ	大段ら (2003)

\* 畦幅 140cm で1畦あたり4条 (条間 25cm)。1条を1畦とみなせば1畦あたり平均 35cm。



第1図 被覆作物利用技術の分類

作として被覆作物を導入し、主作物の栽培時にはその残さで土壌表面をマルチして、雑草の出芽と初期生育を抑えるもので、主として不耕起栽培で利用される。これらについて、以下に主として東北地方での取り組みを紹介したい。

### 1. リビングマルチ

リビングマルチを利用した最も古典的な栽培体系は、トウモロコシとクローバーの組み合わせで (Hartwig & Ammon 2002)、これまで欧米で数多くの試験が行われてきた。我が国でも、福島市でトウモロコシにホワイトクローバーをリビングマルチとして利用する研究が行われ、その有用性が実証されている (三浦ら 2002)。ダイズ栽培におけるリビングマルチの利用はあまり例がないが、東北に限っては、ほとんどの県立農業試験場と東北農業研究センターで、ダイズ栽培にリビングマルチが試されている (第3表)。ひとつの地域でこれだけ集中的にダイズでのリビングマルチ栽培技術が類似の体系で試されている例は世界的にみても例がなく、東北はまさに先進地域といえる。その中でも先駆けとなった試験は秋田農試によるものであり (井上ら 2000)、これはダイズと大麦を散播した後、浅耕する技術である。リビングマルチとして利用されているのは通常オオムギまた

第3表 東北におけるダイズと麦類の同時播種（リビングマルチ）試験の成績例

実施県	麦類の種類と品種；播種量 ダイズの品種；播種量；播種日	播種方法 播種方法	土壌処理 剤の併用	残草量（対放任比） （調査時期）	ダイズ収量	文献 <sup>*</sup>
秋田県	オオムギ（べんけいむぎ）；7.5kg / 10 a リュウホウ；3000粒/a；5月17日	散播→ロータリー耕 "	+	無除草剤で7g/m <sup>2</sup> (-) (8月6日)	減収	井上ら (2000)
岩手県	コムギ（マルチムギ）；15kg / 10 a ナンブシロメ；4kg / 10 a；5月17日	散播→ロータリー耕 条播 64cm × 2本	-	59g/m <sup>2</sup> (10%) (7月27日)	慣行と同等以上	中村ら (2001)
山形県	コムギ（ナンブコムギ）；10 - 15 kg / 10 a タチユタカ；-；5月30日	条播 65cm 条播 65 × 30cm × 2本	-	(~ 10%) (7月20日)	慣行の90%程度	山形農試 (未発表)
青森県	コムギ（マルチムギ）；6kg / 10 a おおすず；-；5月17日	散播 条播 70 × 20cm × 2本	-	(~ 25%) (6月25日)	慣行と同等	青森園試 (未発表)
東北農研 （福島）	オオムギ（べんけいむぎ）；8kg / 10 a スズユタカ；-；5月28日	条播 30cm 条播 65 × 30cm × 2本	-	- (7%) (9月4日)	慣行と同等	三浦ら (2002)
福島県	オオムギ（ファイバースノウ）；10kg / 10 a ふくいぶぎ；6月4日	散播 条播 35 × 30cm × 2本	-	(~ 25%) (8月30日)	慣行の90%程度 狭畦で10%増収	福島農試 (未発表)
岩手県	コムギ -（不耕起栽培）	散播 条播	-	タデ類以外は 完全に抑草	慣行と同程度 またはやや減収	岩手農研 (私信)

\*）試験実施年の早いものから順に並べた。未発表となっているものは、各県の試験研究の概要書（内部資料）からの引用である。

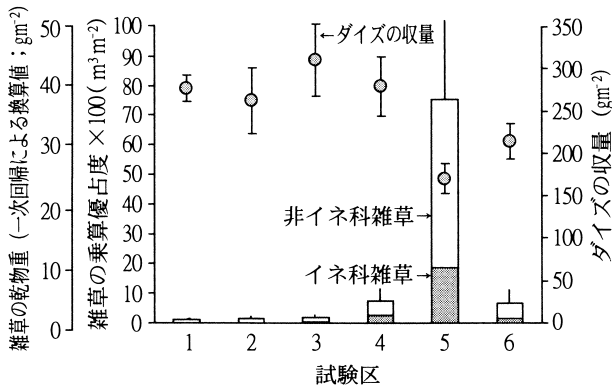
はコムギであるが、品種は地域によって様々である。これらのうち、例えばべんけいむぎなどの六条オオムギは適性が高いようである（三浦ら 2002）。播種方法は散播、条播かそれらの組合せによる。麦類の播種密度はいずれも10kg/10a前後だが、麦類、ダイズの栽植様式は様々である。土壌処理剤の併用も試みられており、また、岩手県（未発表）では、不耕起栽培での利用も試されている。雑草量はいずれも放任区の20%以下に抑制されると報告されている。ダイズの収量は、麦類との競争により若干減収するという報告が多いが、福島県（未発表）では、ダイズを狭畦にすることで減収を補い、慣行栽培よりも高い収量を確保することができた。また、生育初中期の大麦との競争による節間伸長に伴って最下着莢主莖節高が高まるため（三浦ら 2002）、コンバイン収穫では麦類との競争による収量減を補える可能性がある。リビングマルチは、草種によっては極めて高い抑草能力が認められるが、総じてタデ類など種子が大きく、初期生育が旺盛な種については抑草が不十分なようである。今後、雑草種ごとの抑草効果の違いが明確になれば、他の耕種防除技術や除草剤との組合せを合理的に行うことが可能となり、適用範囲の拡大が期待される。

## 2. カバークロップ

休閑期に栽培し、後作でその残さをマルチとして利用するカバークロップは、被覆作物の利用形態としては古典的な方法であり（Shear 1985）、様々な体系で、雑草防除のみならず土壌浸食防止、地力の維持向上など様々な観点から研究されてきた。雑草防除については、カバー

クロープの主要な効果は残さマルチによる土壌表面の被蔭による雑草密度の低減にあるとされる。すなわち、残さ量が増えるほど被蔭は強くなり（Facelli & Pickett 1991；Teasdale & Mohler 1993）、その結果、雑草密度も低くなる（Teasdale 1998）。Mohler & Teasdale（1993）によれば、乾燥重で1t/10a程度の残さが確保されると、多くの雑草種の出芽はほぼ完全に抑制される。ダイズ栽培では我が国でもヘアリベッチ（佐合ら 1999）やライムギ（小笠原ら 1999）がカバークロップとして試されている。小林ら（未発表）は福島市で、ダイズの播種のしやすさと、福島県にかつて大麦/ダイズの1年2作体系が存在していたことを考慮して、オオムギをカバークロップとして用いた試験を実施してきた。これは、オオムギを登熟中期に立毛状態でフレールモアにて粉碎して地表に刈敷き、その直後にダイズを不耕起播種するものである。その結果、冬作オオムギには後作において顕著な夏雑草抑制効果があり（第2図）、それは主として出芽抑制によることが明らかになった（第3図）。この被蔭効果は、残さによるマルチだけでなく、大麦立毛中にもみられる（小林ら 2004 a）。オオムギ刈敷き後も抑草効果を持続させるためには、土壌表面をできるだけむらなく、一様に被覆することが必要である。実際、子実をコンバインで収穫した後の麦稈だけであっても、被覆をていねいに行えばかなりの防除効果があったとする報告がみられる（伊藤ら 1989）。

さらに、冬作オオムギについては耕起後、播種条を狭くして密播し（小林ら 2004 a）、ダイズも狭畦栽培すれば、冬作、夏作を通じて無除草剤で栽培しうる（小林ら



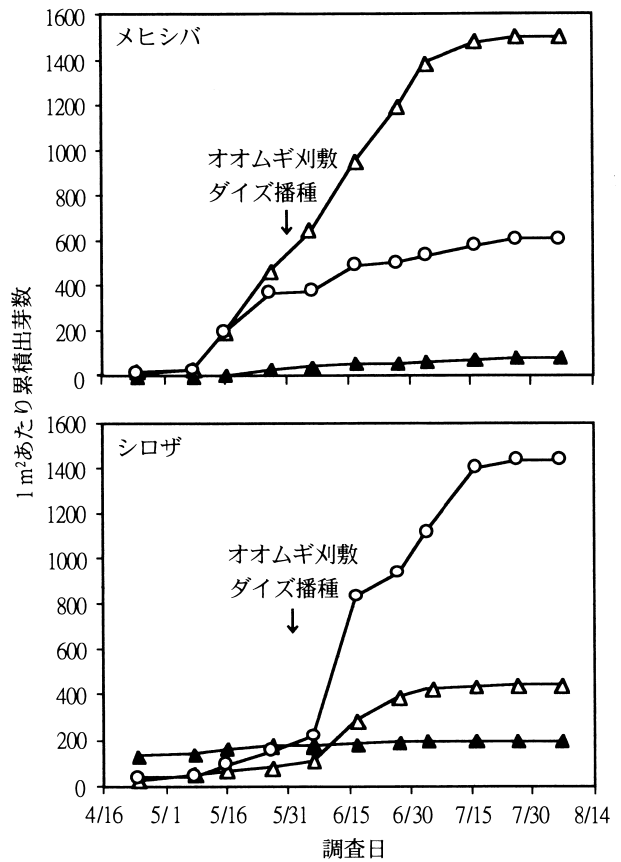
冬作大麦	○	○	○	○	×	×
畦幅	30cm	30cm	60cm	60cm	30cm	30cm
除草剤	×	T300ml / 10a	T150ml / 10a (帯処理)	×	×	T300ml / 10a G500ml / 10a
機械除草	×	×	畦間1回	畦間1回	播種時	×

第2図 不耕起ダイズ栽培において前冬作オオムギ、畦幅、除草剤および機械除草が雑草量とダイズの収量におよぼす影響 (小林ら (2004 b) を一部改変) 雑草の乗算優占度は8月下旬に調査した。データはいずれも3反復の平均値および標準誤差。雑草の乗算優占度の乾物重への換算値は小林ら (2000) より算出した。処理内容中のTおよびGはトリフルラリン乳剤 (44.5%) およびグリホサートアンモニウム塩 (41%) を示す。

2004 b)。また、オオムギに対する施肥とオオムギの刈敷きによる肥料成分の還元により、ダイズの収量が向上するのも本技術の特徴である (第2図)。ただ、農業者の感覚からして、もう少し待てばオオムギの子実を収穫できるものを刈敷いてしまうのはもったいないという心情も理解できる。また、オオムギの種子の購入費用やオオムギ栽培に必要な作業コストの問題もある。普及のためにはあくまでもカバークロープとしての利用であることを明確にしなければならず、そのためには、雑草防除だけでなく地力の維持向上、連作障害の回避などの多面的な効果があることもあわせて明らかにしていく必要があると考えられる。

栽培条件による種組成の変化

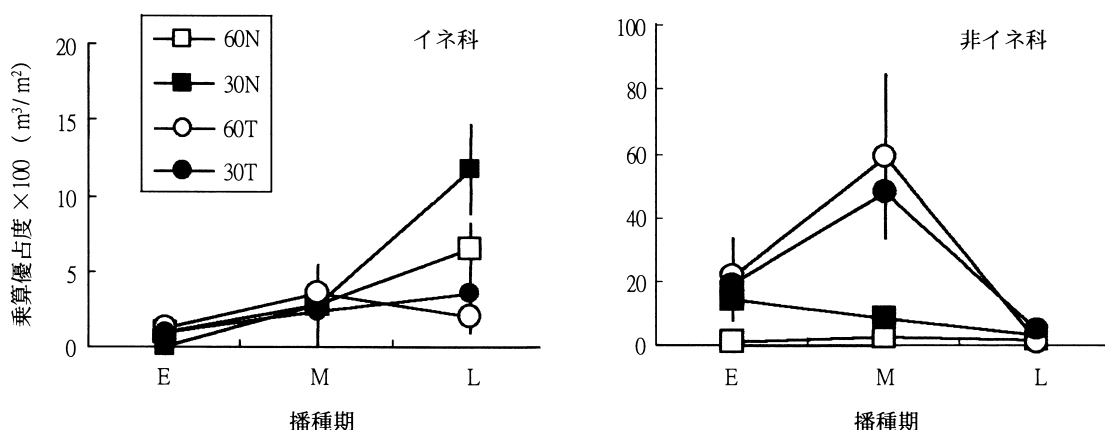
畑作物の栽培においては、栽培方法によって雑草の雑草量のみならず種組成も大きく変化するため、それを知ることが合理的な雑草防除の前提となる。さらに、その知見が十分に詳しく確実なものであるのなら、それ自体を「植生誘導」技術として利用できるかもしれない。例えば、イネ科雑草の防除手段は持っているが、非イネ科



第3図 不耕起と前冬作オオムギがメヒシバとシロザの発生消長におよぼす影響 (Kobayashi et al. (投稿中) を一部改変)。▲: 不耕起オオムギ-ダイズ, △: 不耕起タイズ単作, ○: 耕起ダイズ単作。データは3反復の平均値。

雑草が多くて困っている圃場があれば、雑草の総量に大きな変化はなくても相対的に非イネ科雑草を減らし、イネ科雑草が優占する群落に誘導できるのなら、それ一つの耕種防除技術と考えることができるだろう。

雑草の種組成を変化させる要因としては第一に温度条件があげられる。同じ夏雑草であっても発芽適温にはかなりの相違があり (草薙 1994; 野口・森田 1997), 強害草について大ぐりにとらえれば、イネ科雑草には発芽適温が高いものも多く、非イネ科雑草には低いものが多い傾向がある。東北以北で広葉雑草が増加するのは、播種期の気温が低いからである (中山 1988) とすれば、同じ場所であっても、播種期を変えることによって、同様な変化が見られるはずである。また、耕耘の有無によっても種組成は大きく変化する。一般に、不耕起栽培では多年草が増加するといわれるが (Cussans 1975; Froud-Williams et al. 1983; Gebhardt et al. 1985; Herron et al. 1971; Koskinen & McWhorter 1986; Staniforth & Wiese 1985), 夏畑作物で1年や2年の不耕起栽培で多年草が問題になる



第4図 耕耘の有無、播種期と畦幅が雑草の種組成におよぼす影響 (小林ら未発表)。E: 5月21日, M: 6月11日, L: 6月28日播種。60N = 不耕起, 条間60cm, 刈取除草1回; 30N = 不耕起, 条間30cm, 中間管理なし; 60T = 耕起, 条間60cm, 中耕1回; 30T = 耕起, 条間30cm, 中間管理なし。全ての処理区について播種後グリホサートアンモニウム塩 (41%) を500ml/10a, トリフルラリン乳剤 (45.5%) を300ml/10a 散布した。データは3反復の平均値と標準誤差。

ことはまずない。不耕起栽培で問題となったと報告されている種はむしろ一年生雑草, 特にイネ科に多い (小林2004)。量的にも圧倒的に多いのは不耕起栽培であっても一年生夏雑草であり, なかでもイネ科雑草が増加する傾向がある (Froud-Williams *et al.* 1984; Kobayashi *et al.* 2003)。このように不耕起栽培でイネ科雑草が増加するのは, 出芽数が増加するためである (第3図)。第4図は, 2000年に小林ら (未発表) が福島市で行った圃場試験の結果であるが, 晩播, 不耕起栽培ではイネ科雑草が多くなり, 早播, 耕起栽培では非イネ科雑草が多くなる傾向が見られた (小林ら 未発表)。優占種は早播ではハルタデ, 晩播ではメヒシバであった。同様の試験を2003年にも行ったが, 播種時期によるこのような傾向は見られなかった。この年は冷夏で, 6月から7月にかけて気温が順調に上昇しなかった。これらの実験結果は, 播種時期や耕耘の有無によって種組成が変化することを示していると考えられる。

もちろん, 種組成を変化させる要因はこれら以外にも無数に考えられる。今後, 省除草剤技術が求められるなかで, どのような栽培をすると雑草の種組成がどのようになるのかを知ることはますます重要になってくると考えられる。データの蓄積が必要である。

#### 技術の組合せと今後の課題

以上は, いずれも今のところ単独では実用技術となっていないが, 一部は, 適切な組合せによって, 利用可能な段階にあるものもある。例えば, リビングマルチは単独では効果の安定性に問題があるが, ダイズの狭畦栽培 (福島県 未発表) や播種後土壌処理剤 (三浦ら2003)

を組みあわせれば, 十分な安定性を確保しうる。この場合, ダイズ播種後の土壌処理剤は, 通常の処理量よりも減らすことができる可能性がある。また, 冬作オオムギをカバークロップとして利用する場合も, 上述したように耕起後, オオムギを狭い条間で密播し, ダイズを不耕起で狭畦栽培すれば, 十分な抑草効果とダイズの増収効果が得られる (小林ら2004a, b)。今後, 組合せによる効果を地域毎に圃場試験, あるいは現地圃場で明らかにして, 実用化に耐えうる組合せを見いだす努力が必要となろう。しかし, 事例的な試験を積み重ねていくだけでは技術の客観的な評価は難しい。中山・浜口 (2003) の研究のように, 適切な (統計学上の) 実験計画に基づく試験を組み立て, どの技術がどれだけの寄与をしているのかを明確にしていくべきであろう。

ただし, 雑草防除技術の有効性は, 対象とする圃場の埋土種子の量や組成に大きく左右される。省除草剤をめざす耕種防除技術ではなおさらである。「試験場内の試験で良い成績だったから現場に持って行ったのに失敗した」ということは常に心配されることである。これは, 技術の習得度合いにもよるかもしれないが, むしろ埋土種子の条件の異なることが大きな要因と考えられる。せつかくの技術が, 偶然使った圃場の埋土種子量が多かったために過小評価されたり, 逆に不完全な技術が雑草種子量が極めて少ない圃場で試されたために過大評価されることもあり得る。その意味で, 初期条件としての埋土種子の状態は常に意識されるべきである。実用化の場面を考えた場合には, 埋土種子量がどこまでならどの技術の組合せで対応可能か, どこを超えたら除草剤を使用すべきなのか, そのような判断のための基準が求められるであろう。そのためには, 土壌中の埋土種子量を圃

場毎に簡便に推定する手法が必要となる。実験レベルで埋土種子量を推定する手法は概ね確立しているが (Roberts 1981; 高柳ら 1990), いずれも実圃場で簡便に活用できるものではない。精密さよりもむしろ簡便性を重視した推定手法 (高柳 2001) の確立が望まれる。

具体的な技術や技術の組合せの効果の判断に当たっては、当作で雑草害が生じないだけでなく、埋土種子を現状よりも増やさないという点も考慮されるべきである。

「省除草剤技術なのだから、当作で収量が確保されるなら翌年からのことは目をつぶる。」という姿勢では、埋土種子量を増加させ、作物生産の継続をますます困難にしてしまう。これはある意味で「略奪的」な技術と言わざるを得ない。技術の開発にあたっては、「どうしても必要な場合には例えば除草剤の使用もためらわない。」という姿勢で望み、真に「持続」可能な技術としていくことが肝要である。

#### 引用文献

- Andrade, F. H., P. Calvichob, A. Ciriloc and P. Barbieri 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. *Agron. J.* 94 : 975 - 980.
- Barrons, K. D. and C. D. Fitzgerald. 1952. An experiment with chemical seedbed preparation. *Down Earth* 8 : 2 - 3.
- Cussans, G. W. 1975. Weed control in reduced cultivation and direct drilling systems. *Outlook on Agriculture* 8 : 240 - 242.
- Dirks, J. T., W. G. Johnson, R. J. Smeda, W. J. Wiebold and R. E. Massey 2000. Reduced rates of sulfentrazone plus chlorimuron and glyphosate in no-till, narrow-row, glyphosate-resistant *Glycine max.* *Weed Sci.* 48 : 618 - 827.
- Egli, D. B. and W. P. Bruening 2000. Potential early-maturing soybean cultivars in late plantings. *Agron. J.* 92 : 532 - 537.
- Facelli, J. M. and S. T. A. Pickett 1991. Plant litter : light interception and effects on an old-field plant community. *Ecology* 72 : 1024 - 1031.
- Froud-Williams, R. J., D. S. H. Drennan and R. J. Chancellor 1983. Influence of cultivation regime on weed floras of arable cropping systems. *J. Appl. Ecol.* 20 : 187 - 197.
- Froud-Williams, R. J., R. J. Chancellor and D. S. H. Drennan 1984. The effects of seed burial and soil disturbance on emergence and survival of arable weeds in relation to minimal cultivation. *J. Appl. Ecol.* 21 : 629 - 641.
- Gebhardt, M. R., T. C. Daniel, E. E. Schweizer and R. R. Allmaras 1985. Conservation tillage. *Science* 230 : 625 - 630.
- Hartwig, N. L. and H. U. Ammon 2002. Cover crops and living mulches. *Weed Sci.* 50 : 688 - 699.
- Herron, J. W., L. Thompson and C. H. Slack 1971. Weed problems in no-till corn. *Proc. 24th Sth. Weed Sci. Soc.* : 170.
- Heatherly, L. G., S. R. Spurlockb and C. D. Elmore 2002. Row width and weed management systems for early soybean production system plantings in the midsouthern USA. *Agron. J.* 94 : 1172 - 1180.
- Holshouser, D. L. and J. P. Whittaker 2002. Plant population and row-spacing effects on early soybean production systems in the Mid-Atlantic USA. *Agron. J.* 94 : 603 - 611.
- 井上一博・宮川秀雄・佐々木和則 2000. 大麦のマルチ効果を利用した大豆の省力栽培法 第1報 混播による大豆の生育及び収量. *東北農業研究* 53 : 103 - 104.
- 伊藤一幸・中島征夫・木野内和夫・間谷敏郎 1989. 麦跡大豆不耕起播種栽培における除草剤の効果と薬害. *雑草研究* 34(別) : 173 - 174.
- Knezevic, S. Z., S. P. Evans and M. Mainz 2003. Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean. *Weed Technol.* 17 : 666 - 673.
- 小林浩幸 2004. 不耕起栽培における雑草発生の特徴と耕種防除. *農業技術* 59 : 323 - 327.
- 小林浩幸・三浦重典・小柳敦史 2004 a. 不耕起ダイズ作におけるメヒシバの出芽におよぼす前作オオムギの土壌表面被覆. *雑草研究* 49 : 1 - 7.
- 小林浩幸・三浦重典・小柳敦史 2004 b. 冬作カバークロープを用いた不耕起ダイズ作における狭畦化の効果. *雑草研究* 49(別) : 202 - 203.
- Kobayashi, H., S. Miura and A. Oyanagi 2004. Preceding winter barley as a cover crop for no-tillage soybean : effects on weed flora and summer annual weed emergence. *Weed Biology and Management* (投稿中)
- Kobayashi, H., Y. Nakamura and Y. Watanabe 2003. Analysis of weed vegetation of no-tillage upland fields based on the multiplied dominance ratio. *Weed Biology and Management* 3 : 77 - 92.
- 小林浩幸・渡邊好昭 2000. 不耕起刈取と耕耘が定期的に行われた畑における雑草量の季節消長の被度および草高による推定. *東北農業研究* 53 : 93 - 94.
- Koskinen, W. C. and C. G. McWhorter 1986. Weed control in conservation tillage. *J. Soil and Water Cons.* 41 : 365 - 370.
- 草薙得一 1994. 雑草の生理・生態 発生・生育特性. 「雑草管理ハンドブック」, (草薙得一ら編), 朝倉書店, 東京, pp. 35 - 41.
- 三浦重典・井上一博・小林浩幸・小柳敦史 2002. 緑肥作物をリビングマルチとして利用した場合のダイズ収量と雑草抑制効果. *日作東北支部報* 45 : 77 - 78.
- 三浦重典・小林浩幸・井上一博・小柳敦史 2003. オオムギをリビングマルチとして利用したダイズ栽培. *日作東北支部報* 46 : 81 - 82.
- 三浦重典・渡邊好昭 2002. マメ科牧草リビングマルチ条

- 件で栽培したスイートコーンの生育及び収量. 日作紀 71 : 36-42.
- Mohler, C. L. and J. R. Teasdale 1993. Response of weed emergence to rate of *Vicia villosa* Roth and *Secale cereale* L. residue. *Weed Res.* 33 : 487-499.
- Mulugeta, D. and C. M. Boerboom 2000. Critical time of weed removal in glyphosate-resistant *Glycine max.* *Weed Sci.* 48 : 35-42.
- 中村英明・川村寿幸・岩渕政博 2001. 秋播き性コムギを用いた大豆の雑草防除法. 雑草研究 46 : 291-295.
- 中谷敬子・野口勝可 1991. 転換畑の大豆不耕起栽培における栽植様式の差異が雑草の抑制効果に及ぼす影響. 雑草研究 (別)36 : 170-171.
- 中山兼徳 1988. 畑地雑草の発生推移と今後の動向. 第21回農薬化学シンポジウム講演要旨集, pp40-47.
- 中山壮一・濱口秀生 2003. 不耕起無中耕無培土栽培ダイズにおける麦稈被覆, ダイズ畦幅および除草剤の体系処理による抑草効果. 雑草研究 48(別) : 236-237.
- 中山壮一・濱口秀生・渋谷雄二・小野信一 2001. 不耕起無中耕無培土栽培ダイズにおける狭畦化と除草剤による抑草効果. 雑草研究 46 : 72-73.
- 野口勝可・A. A. Gimenez・中谷敬子 1993. 大豆の狭畦栽培による雑草抑圧効果. 雑草研究 38(別) : 156-157.
- 野口勝可・森田弘彦 1997. 「除草剤便覧 選び方と使い方」, 農文協, 東京.
- 大段秀記・住吉正・小荒井晃 2003. 暖地の大豆多条播栽培における雑草抑制効果. 雑草研究 48(別) : 70-71.
- 小笠原勝・尾張利行・米山弘一・竹内安智 1999. 植物マルチを利用した大豆小耕起栽培の可能性. 雑草研究 44(別) : 290-291.
- Pedersen, P. and J. G. Lauer 2003. Corn and soybean response to rotation sequence, row spacing, and tillage system. *Agron. J.* 95 : 965-971.
- Pricelli, E., G. Orioli and M. R. Sabbatini 2002. Demography of *Anoda cristata* in wide-and narrow-row soybean. *Weed Res.* 42 : 456-463.
- Roberts, H. A. 1981. Seed banks in soils. *Advances in applied biology* 6 : 1-55.
- Shear, G. M. 1985. Introduction and history of limited tillage. In : *Weed control in limited tillage systems* (ed. by Wiese, A. F.), Weed Science Society of America, Champaign, pp. 1-14.
- Staniforth, D. W. and A. F. Wiese 1985. Weed biology and its relationship to weed control in limited-tillage systems. In : *Weed control in limited tillage systems* (ed. by Wiese, A. F.), Weed Science Society of America, Champaign, pp.15-25.
- 佐合隆一・中川直美 1999. 除草剤抵抗性ダイズのヘアリベッチ被覆による不耕起栽培. 雑草研 44(別) : 190-191.
- Swanton, C. J., T. J. Vyn, K. Chandler and A. Shrestha 1998. Weed management strategies for no-till soybean (*Glycine max*) grown on clay soils. *Weed Technol.* 12 : 660-669.
- 高柳 繁 2001. インターネットにより雑草の発生を生産現場で予測する(2)現場情報から発生絶対数の予測は可能か. 雑草研究 46(別) : 68-69.
- 高柳 繁・中谷敬子・草薙得一・松永順子・野口勝可 1990. 浮選法による土壌中雑草種子分離回収装置の試作. 雑草研究 35 : 189-191.
- Teasdale, J. R. and C. L. Mohler 1993. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agron. J.* 85 : 673-680.
- Teasdale, J. R. 1998. Cover crops, smother plants and weed management. In : *Integrated Weed and Soil Management* (ed. by Hatfield, J. L. *et al.*), Ann Arbor Press, Chelsea, pp.247-270.
- 山下幸司 2002. 大豆の不耕起無培土密植栽培における群落特性. 日作紀 71(別 2) : 104-105.

(2004年3月12日受理)