“Weed Research” 第40巻 1, 2 および 3 号の内容紹介

白倉伸一*・服部眞幸**・浅井元朗***・牛木 純***

第40巻(2000) 1~3号には、22の論文が掲載されている。内容別に分類すると次のようになる。

1. 雑草 6 論文
2. 除草剤関係 6 //
- (1) 作用 3 //
- (2) 移動・分解 1 //
- (3) 除草剤抵抗性 2 //
3. 除草法関係 9 //
- (1) 耕種の防除法 3 //
- (2) 生物的防除法 2 //
- (3) 作物と雑草との競争 4 //
4. 実験方法, モデル 1 //

抄録は、1号を服部、2号を浅井、3号を牛木がそれぞれ主として担当したが、(6), (7), (8), (9)および(12)は白倉が担当した。本文中の括弧内の数字は、末尾に記載した論文の番号。

1. 雑 草

ヨーロッパでは外来雑草が問題となっており、その生態的特性の把握が急務となっている。フランスに侵入したアメリカ由来の外来雑草274種の中で、より侵略的で蔓延している草種はヒユ科、トウダイグサ科、イネ科であった。外来の耕地雑草の多くはC₄光合成型植物であり、肥沃な農耕地では在来種よりも外来種のほうが高い生長率とバイオマス生産を示した。しかしながら、すべての侵入雑草に適合する発生予想は困難である(1)。

イタリアの16地点でオナモミ類を採種して、同一

地点でトウモロコシとの競合・単植両条件で育成して形態を調査し、個体の種子の貯蔵蛋白を電気泳動分析した。種々の生活史特性と採種地、種子蛋白の電気泳動パターンとの間に有意な相関が見つかった。形態的特徴によって地理的に近い原産地と緯度で3グループに分類され、それぞれイガオナモミ、オナモミ、オオオナモミの特徴を正確に示し、電気泳動もその分類を支持した(13)。

除草剤抵抗性遺伝子が遺伝子組換え作物から近縁雑草種に移動する可能性への関心が高まっている。除草剤抵抗性ナタネを花粉親に用いた3年間の圃場試験ではアブラナ科雑草 *Hirschfeldia incana* (L.) Lagreze-Fossat とナタネとの間の自然交雑の平均確率は1植物体当たり0.6であった。*H. incana* の集団内のほとんどの個体は自家不和合性を示したが、自家受精能力のある個体もあった。雑種を *H. incana* に5世代戻し交雑しても遺伝子移入には成功しなかった(16)。

スペインの5地点において、冬作のオオムギに発生するボウムギについて個体群統計解析を行った。年間の加入率は各実験で3倍もの差があったが、ほとんどの値は全体の平均(67%)に近かった。播種後すみやかに出芽し、有効積算温度242d°Cで出芽率はおおむね90%に達した。生存率は78~95%と高かったが、生存率と環境要因の間には関係がなかった。死滅率は徐々に増加し、生存曲線はおおむね直線形であった。種子生産量は植物個体当たり7~237個と実験間で34倍もの差が見られた。この差は、作物と雑草の密度、および生育期間中の総降水量に一部起因していた。個体数増加能力は平均で $\lambda = 6.21$ と高かったが、地域と年度によって大きく変動した(19)。

ブロードバルクのコムギ長期連作実験圃場(150年以上にわたって毎年一定の施肥体系を実施)に生育する4種の雑草(スズメノテッポウ、コメツブウマゴヤシ、ハコベ、イワムシロ)の遺伝的な多様性について、SSR-PCRを用いたフィンガープリント法により解析した。集団間に生じる多様性全体に占める

*日本バイエルアグロケム株式会社・結城中央研究所生物研究部

**農業環境技術研究所・化学生態ユニット

***農業技術研究機構・中央農業総合研究センター耕地環境部

Shinichi Shirakura*, Masayuki Hattori**, Motoaki Asai*** and Jun Ushiki***

On “Weed Research” Vol. 40, No. 1, 2 and 3.

遺伝的多様性の割合 (G_{st}) は、絶対他殖性のスズメノテッポウは0.02と低く、自殖性のコマツブウマゴヤシでは0.12, ハコベでは0.12, アボミクトであるイワムシロでは0.11であった。区画の地理的距離と雑草の遺伝的距離には関係がなく、窒素の肥沃な圃場で生育した植物体はわずかに多様性が低かった(21)。

スエーデンで1972~92年に秋播・春播穀物あるいは油料種子作物を栽培した2672の圃場について、無処理区に発生した雑草量のデータを解析した。1m²当たりの年間雑草量の変異係数(CV)は秋播作物については29%, 雑草量が少ない春播作物では49%であり、夏期における雑草量の変動が最も大きかった(105%)。冬期に気温が低い、あるいは晩春に降水量が多いと、それぞれ秋播・春播作物に発生する雑草量が増加する傾向にあった。部分的CCA(Canonical Correspondence Analysis)を用いた雑草データの解析により、秋播・春播作物に発生する雑草量の年次変動は、それぞれ夏期および冬期の雑草の発生により影響を受けることが示された(22)。

2. 除草剤関係

(1) 作用

天然物由来除草剤の探索の現状と展望について論じられている。天然物から除草剤を開発する試みは、他の農薬や医薬と比べて成功しているとは言えないが、微生物由来のグルホシネート、植物由来の cinmethylin と triketone 等は、有用な除草剤として利用されているばかりでなく、各々新規の作用点を与えた点で、貴重な除草剤である。これまでの天然物探索の試みは、生物試験志向型であり、結果として既知物質へ行き着くこともしばしばであったが、現在は、機器分析技術の発展に伴い、分離・精製と構造解析により新規物質判別後に生物試験を実施する方向に進んでいる。この天然物探索の将来的方向性としては、遺伝子組換えによるアレロパシー作物の作出が考えられる(6)。

除草剤の茎葉散布において補助剤が除草剤溶液の植物体上での挙動と除草効果に及ぼす効果について論じられている。除草剤の製剤化による効果は、その植物体への付着、保持、取り込み、移行、そして有効成分の毒性等への作用として現れる。補助剤は、除草剤の物理化学性と植物側の性質(形状、表面構造、表面組織)の相互作用に影響することにより製

剤としての効果を高める。散布製剤の挙動をより容易に推測し、圃場スクリーニングのコストを減じるには、補助剤の作用機構を理解することが重要である。このためには、散布製剤の付着、保持、取り込みに関する各モデルを統合して判断できるシステムの開発が望まれる(9)。

Pinus pinaster から抽出された新規のテルペンアルコール(主に terpineol の異性体の混合物)の補助剤としての効力が検討された。除草剤 clodinafop-propargyl とその safener に、補助剤として、非イオン性界面活性剤(乳化剤)、25%乳化剤+75%ブチル化脂肪酸(ブチルエステル)、25%乳化剤+75%terpineols(異性体混合物)、あるいはこれら3種の補助剤の混合比を変えた混合物を各々添加してタンクミックスとし、供試植物 *Alopecurus myosuroides* およびエンバクに散布した。その結果、何れの補助剤も clodinafop-propargyl の効果を高めたが、特に terpineols 添加区の効果向上が顕著であり、これとブチル化脂肪酸との混用では相乗効果が認められた(12)。

(2) 移動・分解

除草剤の土壤中の移動について、その原理、要因およびプロセスが論じられている。ヨーロッパの、地下水、表面水の水質および水中の非標的生物に対する安全性に関する法規制は、全ての農薬の土壤中の移動性に関するデータについて、その要求度が厳しさを増している。除草剤の土壤中での移動の主な要因となっているのは、溶脱、排水および表層からの流出であるが、これらによる除草剤の処理区外への移動の量は、除草剤の物理化学的特性、土壌の特性、および気候的要因に大きく影響を受ける。すなわち、除草剤の土壤中での挙動を把握するためには、土壌の空間的特性、水文学および除草剤の使用様式を理解することが必要である(7)。

(3) 除草剤抵抗性

ノスズメノテッポウ試験管培地での花粉発芽法とそれによる ACCase を標的とした抵抗性個体の迅速な選別手法を開発した。フェノキサプロップ120 μ M と clodinafop1000 μ M が最適識別濃度で、非感受性 ACCase による高い R 型花粉は50%以上発芽するが、S 型と高い除草剤解毒能力による中間型 R 型花粉の発芽率は10%以下であった。半数体を用いているのでホモ接合 R 個体とヘテロ接合 R 個体も識別できよう(10)。

除草剤メトプリジンに対する耐性の遺伝をデューラムコムギについて検討した。耐性品種「アントン」と感受性品種「ニタ」およびそれらを交配した F_1 、 F_2 、 F_3 および親について、除草剤処理後の重量増加割合を調査した。雌雄の組合せの違う後代の間に耐性の差はなく、細胞質遺伝はなかった。 F_1 、 F_2 、 F_3 の耐性を示す値は母本のレンジの中にあり、耐性は半優勢であった。VG (遺伝子型の分散)/VP (表現型の分散) の値が 0.23 ± 0.063 、 0.52 ± 0.150 である完全同胞の F_2 系統群と、その後代 F_3 の上記の値との回帰分析によって、耐性の遺伝率を推定した(20)。

3. 除草法関係

(1) 耕種の防除法

低投入型農業方式(LEI)は、多様な作物での輪作、間作、被覆植物を用い、栄養競合と生態的攪乱を利用し、雑草の生長と繁殖を制御する。有機物の投入は、雑草が作物よりも他感作用や土壌改良の影響を受けやすく、窒素肥料分の遅効性に不適であり、土壌病の蔓延を緩衝する役割を担っている。アメリカではスイートコーンやジャガイモ栽培で、収量維持と雑草の抑制効果を上げており LEI 研究の推進が求められている(2)。

雑草の生活史が多様であることが、雑草制御戦略を他の植物保護学より困難なものにしている。このため雑草制御への取り組みは、個体群の大きさ、密度依存死亡率、生育段階における観察が大切である。雑草を抑制する作物の表現型や経験的な調査研究によって、より効果的な除草剤施用方法が明らかになった。こうした研究によって除草剤抵抗性雑草の進化や雑草制御戦略の発展に関し、制御法や栽培学的評価の知見を得ることができる(3)。

1年目の麦作で1列空けて土壌表層の埋土種子を消耗させ、1年目と2年目の間に反転耕をせず、2年目はそこだけに野菜類を作付る2年輪作栽培体系で株間雑草の発生を減らせる。2年目の株間雑草を抑制するには1年目の種子脱落防止が重要であった。1年目春オオムギでは効果があったが、冬コムギの場合は株間雑草の密度は増加した。1年目の春オオムギ内の空き列の中耕は時期や強度に関わりなく、有意な効果はなかった(14)。

(2) 生物的防除法

植物と病原菌の相互関係性は複雑であり、非常に

空間的で変動の幅が大きい。これらの集団的変遷は拡散分布の不均一性、大きさ、遺伝的多型や生物学的および非生物的環境に対する反応といった要因に依存している。雑草制御や生物的管理という文脈のなかで、雑草個体群特性や病原菌の個体群変遷の影響について論じた(4)。

ヨーロッパにおける雑草制御に関する COST-816 というプロジェクト研究で、次の5つの制御法について成果が得られた。*Ascochyta caulina* から生成された植物毒を用いたトウモロコシ、テンサイ畑でのシロザの制御。ノボロギクと *Puccinia lagenophorae* を用い、病気による雑草の競合力の抑制。*Senecio lagenophorae* の胞子を用いた、ヒルガオ科雑草の制御。*Alternaria alternata* および *Trematophoma lignicola* を用いたヒユ科雑草の制御。ハマウツボ科雑草の病原菌による制御(5)。

(3) 作物と雑草との競争

INTERCOM モデルをチョウセンアサガオ、トウモロコシの両種の競合のシミュレートに用いた。単植条件下の両種の生長は適切にシミュレートしたが、競合条件ではチョウセンアサガオの生長とトウモロコシへの競合の影響が過小評価になった。競合条件で光ストレスを受けると、チョウセンアサガオの乾物分配、草高、比葉面積が変化する。そうした可塑的形態変化を考慮して競合のシミュレーションを改良した(11)。

圃場試験で作物種子の活力が機械除草と春オオムギ-雑草相互作用への影響を調査した。高温高湿条件下で活力を低下させた市販品種の種子は発芽率が減少し出芽時期が遅れ、その結果雑草への競合力も低下した。種子活力が減ると平均雑草量が約3倍に増加し、作物収量が約2割減少した。2年間の結果から高い品質の種子を用いて適切な機械除草体系をとれば総合的雑草防除に繋がる可能性が示された(15)。

冬作のアブラナとハコベの競合について調査した。アブラナの収量を5%低下させるハコベの密度は $1.4 \sim 328$ plants/m²、12月時点での相対的雑草乾物重(雑草乾物重/(作物+雑草乾物重))は $1.4 \sim 10.6\%$ であった。上記の大きな変動は、年度や地域によって異なる天候、および雑草調査から収穫までの長い期間(8~10ヶ月)と関係していた。12月時点での作物乾物重が大きいほど、最終的な収量は高かった。アブラナの播種時期を9月下旬まで遅らせても、植

付密度を44 plants/m²まで低下させても、雑草との競合にはほとんど影響しなかった(17)。

陸稲品種間の雑草抑制力の相違を調査し、その形態上の特徴を明らかにするために、コートジボアールの2季節に、*Oryza glaberrima* (Steudel) 系統、*O. sativa* を含めた12の品種を低投入条件下で栽培し、雑草との競合について調査した。1994, 95年に行った試験では、播種後100日目の雑草量に品種間で明らかな差が観察された。雑草量は、生育初期では稲の根量と、生育後期では地上部および根量と負の相関があった。手取り1回除草による相対子実収量は、完全手取り除草に対して、1994, 95年でそれぞれ60, 49%であった。*O. glaberrima* の品種であるIG10は、雑草を抑制する力が最も強かった(18)。

4. 実験方法・モデル

数理モデルは、野外試験と比べて、より低コストで迅速に農薬の環境中での挙動を把握することができる効率的な方法である。土壌中の農薬の揮散をシュミレートする技術は発達しているが、散布後降雨前の土壌表面および植物体からの揮散の数理モデル化は困難である。一方、耕土層における農薬の残留シュミレーションは、残留モデル PERSIST を用いて比較的正確に実施することが可能であることが、100回を越える圃場試験で実証されている。リーチングのモデルについては、EU においては、適切とされる洗脱の割合が薬量の0.1%未満であるため、モデルの信頼度はまだ低いとされている(8)。

原文題目

No. 1

- 1) J MAILLET & C LOPEZ-GARCIA What criteria are relevant for predicting the invasive capacity of a new agricultural weed? The case of invasive American species in France11
- 2) M LIEBMAN & A S DAVIS Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems27
- 3) D A MORTENSEN, L BASTIAANS & M SATTIN The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook49
- 4) R COUSENS & AM CROFT Weed population

and pathogens63

- 5) H MÜLLER-SCHÄRER, P C SCHEEPENS & M P GREAVES Biological control of weeds in European crops: recent achievements and future work83
- 6) S O DUKE, F E DAYAN, J G ROMAGNI & A M RIMANDO Natutal products as sources of herbicides: current status and future trends.....99
- 7) A D CARTER Herbicide movement in soils: principles, pathways and processes.....113
- 8) J J T I BOESTEN From laboratory to field: uses and limitations of pesticide behaviour models for the soil/plant system123
- 9) J A ZABKIEWICZ Adjuvants and herbicidal efficacy-present status and future prospects139

No. 2

- 10) A LETOUZÉ & J GASQUEZ A pollen test to detect ACCase target-site resistance within *Alopecurus myosuroides* populations151
- 11) J CAVERO, C ZARAGOZA, L BASTIAANS, M L SUSO & A PARDO The relevance of morphological plasticity in the simulation of competition between maize and *Datura stramonium*163
- 12) F CABANNE Increased efficacy of clodinafop-propargyl by terpineols and synergistic action with esterified fatty acids181
- 13) G BALDONI, P VIGGIANI, A BONETTI, G DINELLI & P CATIZONE Classification of Italian *Xanthium strumarium* complex based on biological traits, electrophoretic analysis and response to maize interference.....191
- 14) B MELANDER & K RASMUSSEN Reducing intrarow weed numbers in row crops by means of a biennial cultivation system205
- 15) K RASMUSSEN & J RASMUSSEN Barly seed vigour and mechanical weed control219
- 16) H DARMENCY & A FLEURY Mating system in *Hirschfeldia incana* and hybridization to oilseed rape231

No. 3

- 17) **P J W LUTMAN, P BOWERMAN, G M PALMER & G P WHYTOCK** Prediction of competition between oilseed rape and *Stellaria media* …255
- 18) **B FOFANA & RAUBER** Weed suppression ability of upland rice under low-input conditions in West Africa …271
- 19) **C FERNANDEZ-QUINTANILLA, J. BARROSO, J. RECASENS, X SANS, C TORNER & M J SANCHEZ DEL ARCO** Demography of *Lolium rigidum* in winter barley crops: analysis of recruitment, survival and reproduction …281
- 20) **M VILLARROYA, M C ESCORIAL, J M GARCIA-BAUDIN & M C CHUECA** Inheritance of tolerance to metribuzin in durum wheat …293
- 21) **G CAVAN, V POTIER & S R MOSS** Genetic diversity of weeds growing in continuous wheat …301
- 22) **P MILBERG, E HALLGREN & M W PALMER** interannual variation in weed biomass on arable land in Sweden …311

雑草研究 Vol. 46 (3) 223 (2001)
J. Weed Sci. Tech.
雑草通信・新刊紹介

清水矩宏・森田弘彦・広田伸七編・著

「日本帰化植物写真図鑑」

—プラントインベダー600種—

清水矩宏（畜産草地研究所）

島国である日本列島は、明治以来130年間に海外との貿易・交流の拡大と軌を一にして様々な外来植物の侵入に見舞われ、定着した帰化植物は約800種と言われている。また昨今では、約10年ほど前から全国の畜産農家の飼料畑を中心に今まで見たことのない雑草が突然発生して問題になる事例が急増している。

こうした事態に的確に対処するためには、まず実態の把握が必要である。それには植物の名前を調べる（同定）から始めなければならない。植物の名前を知るための植物図鑑には、もともと日本になかった帰化植物は収録されていなかったため、それだけを集めた「帰化植物図鑑」が必要となる。従来、長田武正著「日本帰化植物図鑑」と「原色日本帰化植物図鑑」がこのバイブルとして君臨してきたが、発刊からほぼ30年経ち、「見たこともない、日本の植物図鑑に載っていない」帰化植物の増加は止まらず、新しい帰化植物図鑑を望

む声が強まってきた。先人の帰化植物図鑑がほぼ30年間隔で出版されてきたことを考えると、今は本当にこれが必要な時期なのであろう。

本書は、主に農業分野での情報を蓄積してきた著者らが、帰化植物を写真図鑑としてとりまとめたものである。本書の特色は下記のようなものである。

- 収録種数約600種と現在までの帰化植物のほとんどを網羅しているので、一般の図鑑に載っていない植物を調べやすい。
- 紛らわしい帰化植物識別のポイントを、解説と鮮明な写真で分かり易く記載、また、主要種は幼苗、生育期、花期なども掲載
- 大きさは野外での携帯に便利な小型判
- 雑草害やその対策などの多くの情報をコラムに収録
- 帰化植物の種子の写真約300種を掲載
- 主要な文献や分布情報も付記してあるので、さらに詳細な調査が可能