

除草剤による麦作のカラスムギ防除 —トリフルラリンを中心に—

農業研究センター 耕地利用部 畑雑草研究室 浅井 元 朗

1. はじめに

カラスムギ (*Avena fatua* L.) は麦作の世界的な強害草である。カラスムギ種子は湿潤条件に弱く、種子は湛水条件下でほとんど生存できない(鶴内1986)。そのため、水稻との二毛作自体がカラスムギに対する最大の耕種防除となっていた。しかし畑麦の比率が高い関東地域では、一部で深刻な問題となっている(浅井・興語1999)。1980年代に真中らが埼玉県内での被害状況を報告している(真中ら1984)。その後現在まで、その状況にほとんど変化はなく、近年むしろ被害が拡大していると認識する関係者もいる(浅井1999)。

カラスムギの生活環は麦に同期するため、その防除は長いあいだ休閑や輪作に依存してきた。1960年代以降、トリフルラリンやbarbanといった剤がその防除の一翼を担い、その後、1980年代に欧米でfop剤、dim剤など麦-カラスムギ間に選択性のある生育期処理除草剤が開発され、現在も新規剤の開発が進んでいる。こうしたカラスムギ剤は日本の麦作では登録されていない。このことがカラスムギ防除を困難にしている理由の一つとなっている。カラスムギ防除に話を限れば、日本の麦作の雑草防除技術は20年以上遅れている。

当面、日本国内で麦作におけるカラスムギ対象剤の登録が見込まれない状況では、耕種的手

法を組み込みつつ、既登録で効果の高い剤を選択し、可能な限りカラスムギ密度の低減を図る必要がある。日本で麦に登録されているほとんどの土壌処理型除草剤の使用基準には、イネ科に効果あり、となっている。しかしこの場合、イネ科=スズメノテッポウと考えて間違いない。カラスムギやネズミムギ(イタリアンライグラス, *Lolium multiflorum* Lam.)への効果は確認されていないことが多い。

このうち、トリフルラリンは小麦-カラスムギ間に選択性を有することが文献上確認できる。ここでは、主に北米における麦作のイネ科雑草に対するトリフルラリンの使用法と効果・被害に関する既存の文献について取りまとめた。本稿が日本の麦作におけるカラスムギ防除の一助となれば幸いである。

2. 北米の麦作と主なイネ科雑草

本節では北米の麦作のイネ科雑草防除についてAnderson (1996), Ashton & Monaco (1991)からその内容を要約する。北米の麦作ではdiclofop, difenzoquat, fenoxaprop, glyphosate, imazamethabenz, triallateなどがカラスムギ防除に使用されている。glyphosateは休閑期、麦播種前に出芽したカラスムギに対して処理する。Triallateは土壌処理剤、それ以外は生育期茎葉処理剤である。このうちfenoxapropは日

本でも豆類など広葉作物に対して既に登録されている(フローレ乳剤)。合衆国内でのそれらの使用状況についてはU.S. Geographical SurveyがWWWで公開している(USGS, WWW)。

北米の麦作は地域ごとに特性があり、問題雑草および登録除草剤も異なる。合衆国の麦作は、大きく南東部、中西部、大平原、太平洋岸の4地域に区分できる。高緯度地域では夏作、低緯度地域では冬作である。カラスムギは主に合衆国太平洋岸、大平原北部、カナダ夏麦作で問題雑草である。

太平洋岸西部ではカラスムギ、ネズミムギ、イヌビエ、*Panicum*類、アキノエノコログサ、*Bromus*類、ノスズメノテッポウなどが主要なイネ科雑草である。それらの防除に選択性のある生育期処理剤が使用される。カラスムギ防除にはtriallateの土壤混和処理もおこなわれる。トリフルラリンは主にウマノチャヒキ(*Bromus tectrum* L.)防除に利用される。近年、同地域では小麦に近縁なヤギムギ(*Aegilops cylindrica* Host)が広がり、選択性除草剤の効果がなく、問題となっている(Stahman, WWW)。

大平原北部、カナダではカラスムギ、エノコログサ(*Setaria viridis* (L.) Beauv.)が最重要害草である。カラスムギ防除にtriallateが、エノコログサ類に対してはトリフルラリンが用いられる。

このように、カラスムギ防除には土壤処理剤のtriallateとともにいくつかの生育期処理剤が利用されている。これらの除草剤に対して既に交差および複合抵抗性生物型カラスムギの出現も報告され、出現パターンについて解析されている(Kern et al.1996; Bourgeois et al. 1997)。

トリフルラリンは主要なカラスムギ剤ではな

い。しかし生育期処理剤の登場以前からカラスムギに対するトリフルラリンの効果に関する研究があり、生育期処理剤の普及後もそれらとの体系処理も検討されている。それについて次節以降に紹介する。

3. トリフルラリンの特性と挙動

トリフルラリンはジニトロアニリン系の除草剤であり、多くの作物で播種前または出芽前処理で利用されている。トリフルラリンの施用量は高緯度地方の夏作小麦、大麦では0.34~0.84 kg ai(有効成分)/haを播種前(秋期も含む)、播種後土壤混和処理として用いられる。また冬小麦においても播種前後の0.56~1.12kg ai/ha土壤混和処理がおこなわれる(WSSA 1994)。

トリフルラリンは土壤に強く吸着されるため、土壤中での移動は少ない。湿潤土壤における半減期は45日程度で、処理一年後の残留は10%以下である。冷涼で乾燥する条件では、半減期は長くなり120日に達する。揮発によって消失し、また紫外線によって光分解されるが、粒剤で揮発・光分解は少ない。(WSSA 1994)。

日本の麦作におけるトリフルラリンの登録量は約0.9~1.3kg ai/ha(単剤およびプロメトリン混合剤)、0.7~0.9kg ai/ha(ジフルフェニカン混合剤)、0.5~0.7kg ai/ha(ペンディメタリン混合剤)である。

4. トリフルラリンの選択性と効果の変動要因

北米高緯度地方の夏作小麦では播種前処理によりトリフルラリンでエノコログサを、triallateでカラスムギを防除し、両者の混用で完全な効果を期するのが基本的な体系である。なお、1980年代後半にカナダ・マニトバ州においてエノコログサのトリフルラリン抵抗性生物型が確

認され(Morrison et al. 1989b), 簡易検定法(Beckie et al. 1990), 遺伝様式(Jasieniuk et al. 1994) などについて研究されている。

小麦-エノコログサ間のトリフルラリン選択性機構は, 感受性の差と形態的差異による(Rahman & Ashford 1970)。すなわち, エノコログサがトリフルラリンに対する感受性が高いことと, 実生の伸長様式の違いが選択性を高めている。実生の子葉鞘節coleoptile nodeが感受性の高い部位, すなわち薬剤を吸収しやすい部位である。小麦の子葉鞘節は穎果付近に留まるが, エノコログサは中胚軸が伸長し, 子葉鞘節が土壌表層1 cm以内まで達し, 発根する。エノコログサがこの部分からトリフルラリンを吸収するため選択的防除が可能と説明されている。この選択性機構はカラスムギでも同様である(Friesen & Bowren 1973)。

Friesen & Bowen (1973) はトリフルラリンによるナタネ作のカラスムギ防除の効果変動要因, すなわち処理位置, 土壌水分, 土壌有機物, について一連の試験をおこなった(サスカチュワン州)。その結果, 同剤の1.12kg ai/ha秋処理・春混和処理が有効であることを示した。カラスムギの個体数は対無処理区比で処理時期・処理濃度(0.84~1.40kg ai/ha)間で18~46%であった。

Moyer & Dryden (1977) はトリフルラリン, triallate, 窒素肥料の現地混合によるカラスムギ, エノコログサ防除について試験した(マニトバ州)。triallate単独に比べてトリフルラリン単独(1.38kg ai/ha)ではカラスムギ防除効果が劣ったものの, 種子生産量を無処理対照区の13~40%に抑えた。窒素肥料の混和による悪影響はなかった。

Moyer (1979) は温室試験によってカラスム

ギに対するトリフルラリンの効果変動要因を詳細に解析した。その結果, 土壌有機物含量が効果変動の約8割に寄与することを明らかにし, カラスムギのGR₅₀値は土壌有機物含量の二次式で回帰できた。そこから土壌有機物含量に応じて推奨使用量を予測できる可能性を指摘した。Grover et al. (1979)もトリフルラリン, triallate等について, その吸着特性と有機物含量, 殺草特性(エンバクを用いた生物検定)との関係について室内実験をおこなった。その結果, GR₅₀値と有機物含量, k値との間に正の相関があることを示し, それに基づいた投入量予測の可能性を考察した。

Darwent(1980)は地温が薬効に及ぼす影響を調べた(アルバータ州)。高温でトリフルラリンの揮発が増加し, 低温でカラスムギの生育が遅くなる。この2つの現象の相補作用のため, 7.5~20℃の範囲では効果に大きな差が生じないと考察した。

Chow(1986)はトリフルラリン, triallateと出芽後処理剤の体系処理によるカラスムギ, エノコログサ防除について検討した(マニトバ州)。triallateはカラスムギを, トリフルラリンはエノコログサを良好に防除した。トリフルラリンと出芽後処理剤(difenzoquat, flamprop-methyl)の体系処理でカラスムギが防除できた(最大で無処理区の0%)。しかしトリフルラリン0.7kg ai/ha単独の場合, 効果の年次変動は大きく, カラスムギ種子量は対無処理区比28~94%と変動し, 年次によっては無処理と有意差がなかった。

Kirkland (1996) は大麦, 小麦, ナタネ作でのトリフルラリン粒剤の土壌混和処理について検討した。秋処理-土壌混和無しでも混和処理に比べてカラスムギの防除効果および収量に差

がないことを確認し、省耕起体系の優位性を説いた(サスカチュワン州)。

アルゼンチンの冬作大麦で、0.5kg ai/ha播種前混和処理でカラスムギ、ネズミムギは大きく減少し、それぞれ密度は無処理対照区の29～52%，26～48%となった(Scursoni & Satorre 1997)。生産費削減のため、高価な生育期処理剤を用いない体系が求められていることがこの研究の背景にある。

以上概して、トリフルラリンによるカラスムギ防除効果は不十分であり、かつ土壤条件(有機物含量)、年次(降水量)間の変動が大きいことが明らかである。

5. 作物への薬害と耐性

トリフルラリンによる麦類への薬害についてもいくつかの研究がある。

Rahman (1973) は土壤有機物含量とトリフルラリンの殺草活性に負の相関があることを示し、有機物が少なく、かつ処理後に高温となった場合は小麦への薬害が発生しやすいと考察した(サスカチュワン州)。

同州ではさらに、小麦、ライ小麦のトリフルラリン薬害の品種間差異も検討された(Olson & McKercher 1985)。また、アルバータ州では大麦(O'Sullivan et al. 1985a)、小麦(O'Sullivan et al. 1985b)でそれぞれトリフルラリンの処理量、処理時期と薬害の関係について調査した。大麦、小麦ともに秋処理よりも春処理で薬害が出やすく、その限界量は大麦秋処理で1.3kg ai/ha、春処理で1.0kg ai/ha、小麦ではともに1.1kg ai/haと結論した。

大麦への秋処理での品種、播種日、播種深度の影響を調査し、耐性の品種間差は認められず、他の処理に対しても一定の傾向はみられなかつ

た(Darwent et al. 1990)。

オーストラリアでは春小麦12品種のトリフルラリンへの耐性を比較した。その結果、3倍量で薬害を生じる品種もあったが、年次間で結果は異なり、出芽の減少がそのまま減収にならないことを示した(Lemerle et al. 1985)。カナダ・マニトバ州では、トリフルラリンによる小麦の薬害とその回復過程について調査し、薬量と初期の薬害、最終収量との関係が明らかにされた(Morrison et al. 1989a)。また、小麦種子の品質によって薬害の程度は異なった(Morrison et al. 1991)。

合衆国サウスダコタ州の試験では、トリフルラリン処理後の出芽後処理除草剤との体系と小麦品種の薬害について調査し、トリフルラリン春期処理との体系で薬害が生じたが、前年秋処理での体系では減収が生じなかった(Clay et al. 1995)。

以上、トリフルラリンによる小麦への薬害は1.1kg ai/ha以上で生じる可能性があり、発生の変動要因には処理体系、小麦品種、種子の品質、気象等の要因による年次間差異が存在する。また、生育初期の薬害がそのまま減収にはつながらない。日本の麦作における登録量は0.5～1.3kg ai/haである。しかし日本の主要品種におけるトリフルラリン感受性の品種間差異は明らかでない。

6. まとめ

これまで述べた例の多くが夏作の結果である。冬作に比べ、カラスムギの発生期間、トリフルラリンの減衰が短期間となる。それでも、トリフルラリンによるカラスムギ防除の効果は変動が大きく、不十分な場合が少なくないことがわかる。多くの圃場試験では残効期間と残草量と

の関係に論究しておらず、投入量と残効期間との定量的関係は不明確である。

こうした知見を参考に、今後、日本の温暖地麦作でのトリフルラリンによるカラスムギの防除に関するデータを収集する必要がある。すなわち、播種時期の早晚とトリフルラリンの消長・カラスムギ発生パターンのデータを収集・解析したうえで、防除効果とその変動要因を明確し、総合的な防除対策を立案していく必要がある。

筆者らは問題の大きい各県との連携のもとに、カラスムギに対する耕種的・化学的防除対策を進展させる研究を進めている。その経過、結果は今後、別途報告していく予定である。

最後にこれに関連した最近の話題をひとつ取り上げる。1998年5月に環境庁が公表した「外因性内分泌攪乱化学物質問題への環境庁の対応方針について—環境ホルモン戦略計画SPEED'98—」には、内分泌攪乱作用を有すると疑われる化学物質にトリフルラリンも挙げられている。リストに挙げられた薬剤のリスクについてのデータは今後明らかにされていくであろう。

しかし、SPEED'98を受けて、トリフルラリンを含む剤を防除指針から外すことを早々と決めた県もある。それは少なくとも科学的な判断とは言い難い。この問題は、個々の農薬のリスクとベネフィットについて、定量的・科学的に論議するための一つのよい題材ではないだろうか。

引用文献

- Anderson, W.P. (1996) Wheat. In: *Weed Science, principles and applications, 3rd edition*, (Ed., W.P. Anderson) West Pub. Com. pp. 296-312.
- 浅井元朗 (1999) 関東の麦作におけるカラスムギ問題と防除. 農業技術54, 245-249.
- 浅井元朗, 與語靖洋 (1999) 関東東海地域の麦作におけるカラスムギ, ネズミムギの発生実態—アンケート結果と現地での事例. 雑草研究44(別), 114-115.
- Aston, F.M. & T.J. Monaco (1991) Small grains and flax. In: *Weed science -principles and practices*, (Eds., F.M. Ashton & T.J. Monaco) John Wiley & Sons, Inc. pp. 331-340.
- Beckie, H.J., L.F. Friesen, K.M. Nawolsky & I.N. Morrison (1990) A rapid bioassay to detect trifluralin resistant green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Tech.* 4, 505-508.
- Bourgeois L., Kenkel N.C. & Morrison I.N. (1997) Characterization of cross-resistance patterns in acetyl-CoA carboxylase inhibitor resistant wild oat (*Avena fatua*). *Weed Sci.* 45, 750-755.
- Chow, P.N.P. (1986) Sequential application of soil-incorporated and post-emergence herbicides for controlling wild oat (*Avena fatua* L.) and green foxtail (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) in spring wheat. *Crop Protection* 5, 209-213.
- Clay, S.A., J.F. Gaffney & L.J. Wrage (1995) Spring wheat (*Triticum aestivum*) cultivar responses to trifluralin and postemergence herbicides. *Weed Tech.* 9, 352-355.
- Darwent, A.L. (1980) Effects of soil temperature on the phytotoxicity of trifluralin to wild oats. *Can. J. Plant Sci.* 60, 929-938.
- Darwent, A.L., P.A. O'Sullivan & L.P. Lef

- kovitch (1990) Factors influencing the tolerance of barley to fall-applied trifluralin. *Can. J. Plant Sci.* 70, 785-797.
- Friesen, H.A. & K.E. Bowren (1973) Factors affecting the control of wild oats in rapeseed with trifluralin. *Can. J. Plant Sci.* 53, 199-205.
- Grover, R., J.D. Banting & P.M. Morse (1979) Adsorption and bioactivity of di-allate, tri-allate and trifluralin. *Weed Res.* 19, 363-369.
- Jasieniuk, M., A.L. Brûlé-Babel & I.N. Morrison (1994) Inheritance of trifluralin resistance in green foxtail (*Setaria viridis*). *Weed Sci.* 42, 123-127.
- Kern A.J., Coliver C.T., Maxwell B.D., Fay P.K. & Dyer W.E. (1996) Characterization of wild oat (*Avena fatua* L.) populations and an inbred line with multiple herbicide resistance. *Weed Sci.* 44, 847-852.
- Kirkland, K.J. (1996) Use of incorporated and non-incorporated granular trifluralin for annual grass control in barley (*Hordeum vulgare*), wheat (*Triticum aestivum*), and canola (*Bassica napus*). *Weed Tech.* 10, 907-913.
- Lemerle, D., A.R. Leys, R.B. Hinkley & J.A. Fisher (1985) Tolerances of wheat cultivars to pre-emergence herbicides. *Aust. J. Exp. Agric.* 25, 922-926.
- 真中多喜夫, 磯輝雄, 萱間昌弘 (1984). 転換畑麦作におけるカラスムギの発生実態 - 埼玉県大宮市見沼の事例から - . 植調 18, 9-14.
- Morrison, I.N., K.M. Nawolsky, M.H. Entz & A.E. Smith (1991) Differences among certified wheat seedlots in response to trifluralin. *Agron. J.* 83, 119-123.
- Morrison, I.N., K.M. Nawolsky, G.M. Marshall & A.E. Smith (1989) Recovery of spring wheat (*Triticum aestivum*) injured by trifluralin. *Weed Sci.* 37, 784-789.
- Morrison, I.N., B.G. Tood & K.M. Nawolsky (1989) Confirmation of trifluralin resistant green foxtail (*Setaria viridis*) in Manitoba. *Weed Tech.* 3, 544-551.
- Moyer, J.R. (1979) Soil organic matter, moisture, and temperature: effect on wild oats control with trifluralin. *Can. J. Plant Sci.* 59, 763-768.
- Moyer, J.R. & R.D. Dryden (1977) Effects of combined applications of triallate or trifluralin with solution nitrogen on wheat, wild oats and green foxtail. *Can. J. Plant Sci.* 57, 479-484.
- O'Sullivan, P.A., G.M. Weiss & D. Friesen (1985a) Tolerance of spring barley to trifluralin deep-incorporated in the fall spring. *Can. J. Plant Sci.* 65, 169-177.
- O'Sullivan, P.A., G.M. Weiss & D. Friesen (1985b) Tolerance of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to trifluralin deep-incorporated in the autumn or spring. *Weed Res.* 25, 275-280.
- Olson, B.M. & R.B. Mc Kercher (1985) Wheat and triticale root development as affected by trifluralin. *Can. J. Plant Sci.* 65, 723-729.
- Rahman, A. (1973) Effects of temperature and

soil type on the phytotoxicity of trifluralin. *Weed Res.*13, 267-272.

Rahman, A. & R. Ashford (1970) Selective action of trifluralin for control of greenfoxtail in wheat. *Weed Sci.*18, 754-759.

Scursoni, J.A. & E.H. Satorre (1997) The effect of trifluralin applied preplant on grass weed control and establishment and yield of barley (*Hordeum vulgare*). *Weed Tech.*11, 515-519.

Stahlman, P.W. Jointed goatgrass control methods-A review,

<http://www.ianr.unl.edu/jgg/stahlman.htm>
(1999/12/1)

鶴内孝之(1986)長崎県における畑麦作の雑草に関する研究VI. 埋土期間中の夏期湛水の有無と冬雑草種子の出芽及び死滅. 日作九支報53, 45-47.

United States Geographical Survey, PESTICIDE USE: National Maps of Pesticide Use,
<http://water.wr.usgs.gov/pnsp/use92/index.html> (1999/12/1)

WSSA(1994)Herbicide handbook. 7th edition.
Weed Sci. Soc. America, Champaign, IL.



こりゃいーや 軽くて楽だ!

省カタイプ・10アール当り

1キロ散布

初・中期一発処理除草剤

フジグラス® 1キロ粒剤



少量化で省力化。

フジグラス普及会
デュボン株式会社
ゼネカ株式会社
事務局
日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号