

研究・技術ノート

北海道の水田における難防除雑草ミズアオイ及びイヌホタルイの分布実態と除草剤による防除の検討

古原洋*・山崎信弘
(北海道立中央農業試験場)

要旨: 北海道における水田雑草ミズアオイ及びイヌホタルイの発生分布を調査した結果、両雑草のスルホニルウレア系除草剤抵抗性生物型が確認された地域は、過去に防除を要した地域であった。すなわち、もともと雑草の多発地域で抵抗性生物型が出現し、それが年次とともに拡散、移動しているように見受けられた。また両雑草の抵抗性生物型は非スルホニルウレア系除草剤の混合剤により防除できることが明らかとなった。さらに北海道の抵抗性雑草が発生する水田では、発生草種の単純化により、含有除草成分が少ない安価な非スルホニルウレア系除草剤で防除できる可能性があることを示した。

キーワード: 雑草, 除草剤, 水田, 水稻, スルホニルウレア, 抵抗性, 発生, 分布。

現在使用されている水稻用除草剤の効果は極めて高く、すべての水田で手取り除草の必要性がなくなっているといっても過言ではない状況にあり、除草剤使用の経済的効果は1.3兆円に達すると試算されている (Matunaka 2001)。これには多くの雑草に少量で高い効果を示すスルホニルウレア系除草剤の開発とその普及が大きく貢献している (武田ら 1985)。また、除草剤使用は労働生産性の改善のみならず、雑草害の回避によって作物生産性低下の防止にも寄与している (伊藤 1993)。

しかし、スルホニルウレア系除草剤に抵抗性生物型のミズアオイが1995年に日本で初めて確認された (古原ら 1996, Wangら 1997)。ミズアオイは環境省のレッドデータブックにおいて絶滅危惧種に指定されているが、北海道の水田では雑草として発生し (岩崎 1999)、地域固有の問題となっている。さらに北海道の主要雑草のひとつであるイヌホタルイでも1998年に抵抗性生物型が確認され (古原ら 1999)、これらが残草した水田では減収あるいは収穫作業性の低下が問題となっている。これまでに抵抗性生物型のイヌホタルイに対する数種除草剤の効果についての報告例はあるが (古原 2001, 吉田ら 2002)、抵抗性生物型のミズアオイに対する有効除草剤の報告例は少ない。

そこで、両雑草の防除対策を確立するために発生分布の実態把握と有効な除草剤の検討を行ったのでその結果について報告する。

材料と方法

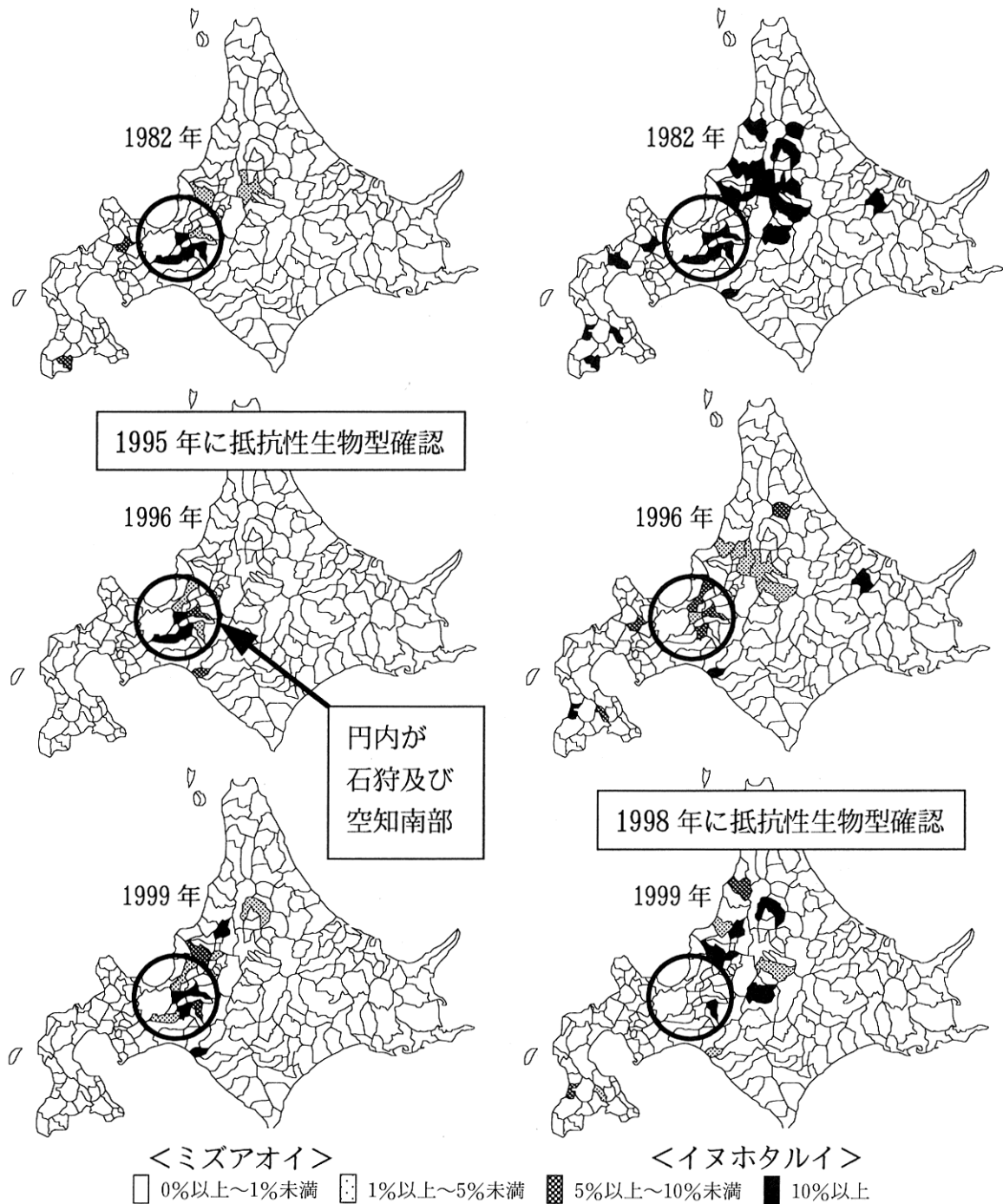
1. 発生分布実態調査

農作物の除草に関する実態調査報告書水稻編(1) (日本植物調節剤研究協会 1982)、平成8年度北海道市町村別水田雑草発生量調査 (北海道農政部 1997) および1999年に北海道農政部が実施したミズアオイおよびイヌホタルイについての北海道市町村別発生量調査 (未発表) を利用し

た。防除を必要とするか否かの判断基準は水田1筆面積の1%以上の部分で発生がみられることとし、該当する水田の全面積を、防除を要する面積とした。農業改良普及センター管轄地域単位で防除を要する面積を集計し、管轄地域の水稲作付け面積で除した値を要防除面積率とした。ただし、アンケート方式で行われた1982年の農作物の除草に関する実態調査報告書では、資料中に記載された防除を要する面積値を使用し要防除面積率を算出した。なお、作付け面積が1000 ha未満の地域は除外した。

2. 有効除草剤の検討

1998年から2000年に、スルホニルウレア系除草剤に対して抵抗性生物型のミズアオイが自然発生する北海道立中央農業試験場岩見沢試験地内水田および抵抗性生物型のイヌホタルイが自然発生する岩見沢市御茶の水の農家水田で試験を実施した。両水田の土性および土質は埴壤土、泥炭土である。水稻が移植された5月中～下旬に波板で3~6 m²の試験区を設置し、第1表に示す標準の処理薬量で4供試除草剤を処理した。ミズアオイについての処理時期は各除草剤とも移植後12~16日のミズアオイ本葉1葉期とした。イヌホタルイについては、単剤の「DPX-84; ベンスルフロンメチル (0.25%) 粒剤」および混合剤の「KUH-958; ペントキサゾン (4%)・プロモプチド (18%) フロアブル剤」は移植後3~7日のイヌホタルイ発生前~発生始期に、混合剤の「HSW-941; ジメタメトリン (0.6%)・ピラゾレート (18%)・プレチラクロール (3%)・ベンフレセート (3%) 粒剤」および「NTN-831; メフェナセット (10%)・プロモプチド (10%)・ナプロアニリド (20%) 粒剤」は移植後7~13日のイヌホタルイ1.5葉期に処理した。除草剤処理後約40日に残草個体を抜き取り、70℃で72時間乾燥し残草量を求めた。各除草剤の効果は残草量により評価した。なお、ミズアオイ



第1図 ミズアオイとイヌホタルイの地域別要防除面積率の変遷。

防除を必要とするか否かの判断基準は水田1筆面積の1%以上の部分で発生がみられることとし、該当する水田の全面積を防除を要する面積とした。各地区農業改良普及センター管轄地域単位で防除を要する面積を集計し、管轄地域の水稲作付け面積で除した値を要防除面積率として、農業改良普及センター所在市町村に示した。ただし、作付け面積が1000ha未満の地域は除外した。

およびイヌホタルイ以外の雑草については両水田ともわずかにタイヌビエが発生する程度で極めて少なく、枯死に至らず生育抑制を受けた個体も無かったことから、効果の記載は省略した。

結果と考察

1. 発生分布実態調査

第1図に発生分布実態の調査結果を示した。ミズアオイの防除を要する地域は、1982年から1996年までは図中の

第1表 ミズアオイおよびイヌホタルイに対する数種除草剤の効果.

除草剤	10a当たり		ミズアオイ		イヌホタルイ		
	処理薬量	処理時期	残草量 (g/m ²)	対無除草区比率	処理時期	残草量 (g/m ²)	対無除草区比率
無除草区	—	—	95.22±30.79	(100%)	—	26.81±19.70	(100%)
DPX-84	3kg	本葉1葉期	72.03±22.89	(76%)	発生前～始期	31.61±21.71	(118%)
KUH-958	500ml	本葉1葉期	0.00± 0.00	(0%)	発生前～始期	0.02± 0.01	(0%)
HSW-941	1kg	本葉1葉期	0.00± 0.00	(0%)	1.5葉期	0.09± 0.02	(0%)
NTN-831	1kg	本葉1葉期	0.00± 0.00	(0%)	1.5葉期	0.15± 0.04	(1%)

DPX-84：ベンスルフロンメチル (0.25%) 粒剤, スルホニルウレア系除草剤の単剤.

KUH-958：ペントキサゾン (4%)・プロモプチド (18%) フロアブル剤, 非スルホニルウレア系除草剤の混合剤.

HSW-941：ジメタメトリン (0.6%)・ピラゾレート (18%)・プレチラクロール (3%)・ベンフレセート (3%) 粒剤, 非スルホニルウレア系除草剤の混合剤.

NTN-831：メフェナセツト (10%)・プロモプチド (10%)・ナプロアニリド (20%) 粒剤, 非スルホニルウレア系除草剤の混合剤.

表中の数値は3年間の平均値±標準誤差, () 内は無除草区に対する比率.

各除草剤処理区における対象2草種以外の残草量は0.01 g m⁻²未満であったため記載を省略した.

スルホニルウレア系除草剤抵抗性生物型のミズアオイが発生する北海道立中央農業試験場岩見沢試験地内水田及びスルホニルウレア系除草剤抵抗性生物型のイヌホタルイが発生する北海道岩見沢市農家水田で試験を実施した.

円で示した石狩および空知南部を中心に分布していた。1999年には10%以上の高い要防除面積率を示す地域が円の南北に現れた。

一方、イヌホタルイの分布はミズアオイより広く1982年には北海道の水稲作付け地域のほぼ全域が防除を要する地域であった。1996年には地域数は変わらずに各地域の要防除面積率が大きく低下した。1999年では地域数は減少したが、高い要防除面積率を示す地域が円の東部および北部に現れた。

雑草集団中において除草剤抵抗性生物型集団が出現するには、①除草剤による淘汰圧の強度、②集団内における抵抗性遺伝子の存在頻度、③抵抗性の遺伝様式、④除草剤処理条件あるいは無処理条件下における抵抗性生物型と感受性生物型の相対的な生存能力、⑤集団内および集団間における遺伝子の流動性、以上の5項目が要因とされ、②については集団の大きさ、とくに種子密度と分布域が関与する (Diggle and Neve 2001)。1995年にミズアオイのスルホニルウレア系除草剤抵抗性生物型が初めて確認された長沼町は円内に位置する (古原ら 1996, Wangら 1997)。1982年の時点からミズアオイの高い要防除面積率が示されている円内の地域では、種子の供給が毎年行われてきたため種子密度は高いと推定される。このため前述の要因②にあげた抵抗性遺伝子の存在頻度がこの地域では高まっており、抵抗性生物型のミズアオイが出現したと考えられる。ミズアオイと同科のコナギについては府県において抵抗性生物型の出現が報告されている (小荒井・森田 2002)。この円内の地域ではコナギよりもミズアオイの分布が主であることが報告されており (森田・土井 1980)、北海道ではコナギよりもミズアオイで先に抵抗性生物型が出現したことに種子密度が関与していると考えられる。

イヌホタルイでは1998年に円内に位置する岩見沢市および栗山町で、さらに円の東部、西部および南部に位置する中富良野町、倶知安町および厚真町で抵抗性生物型が確認されている (古原ら 1999, 2001)。イヌホタルイでは1996年に要防除面積率が低下しており、新たな種子の供給が減少しているものと推定されるが、イヌホタルイの種子の寿命は長いことから (宮原 1992)、1982年以降も種子密度が維持されていたと考えられるので、イヌホタルイについてもミズアオイと同様に1982年の時点で高い要防除面積率を示していた地域から抵抗性生物型が出現したとみることができる。

また、ミズアオイでは分布域が1999年には円内の地域から南北へ拡大、移動の傾向がみられた。抵抗性雑草の分布拡大についての知見を得るには、これらの地域内に石狩および空知南部を起源とする抵抗性生物型のミズアオイがどの程度含まれているかなどを今後検討する必要があると考えられる。

2. 有効除草剤の検討

第1表に供試除草剤のミズアオイおよびイヌホタルイに対する効果を示した。スルホニルウレア系除草剤の一つであるベンスルフロンメチル粒剤処理区の残草量はミズアオイおよびイヌホタルイで各々72 g m⁻²、32 g m⁻² (無除草区に対して各々76%、118%)で、除草効果はなかった。これに対して、他の3供試除草剤処理区におけるミズアオイおよびイヌホタルイの残草量はいずれも0.15 g m⁻²以下 (無除草区に対して0%もしくは1%)であり、極めて高い除草効果が認められた。これら3除草剤はスルホニルウレア系除草剤と作用機作の異なる除草成分が2~4成分含有されており、これらが除草効果を示したと考えられ

る。

イヌホタルイに対する除草効果の検討に用いた農家水田では、他の雑草発生が極めて少なく、スルホニルウレア系除草剤を含む除草剤が連用されていた。スルホニルウレア系除草剤感受性の雑草は毎年防除されていたと考えられる。したがって、残草個体からの種子供給がないことから種子密度が年々低下するため、抵抗性生物型のイヌホタルイだけが発生し、他の雑草の発生は減少したと考えられる。このような雑草発生状況で、とくにペントキサゾンとプロモブチドの2成分を混合した低価格のフロアブル剤が高い除草効果を示した。これまでのところ事例は少ないが、スルホニルウレア系除草剤抵抗性雑草が出現した北海道の水田では発生草種が単純化している。また、スルホニルウレア系除草剤を使用しなければ防除が難しいミズガヤツリあるいはクログワイなどの多年生雑草が北海道の水田では発生しないことも考慮に入れると、前述の含有除草成分が少ない安価な除草剤でも効果的な雑草防除が期待できる。

謝辞：本報告のとりまとめにあたり、北海道大学大学院農学研究科生物資源学専攻・作物生産生物学講座教授岩間和人博士、独立行政法人農業技術研究機構東北農業研究センター地域基盤研究部連携研究第1チーム長伊藤一幸博士、同水田利用部雑草制御研究室渡邊寛明室長、内野彰博士、北海道立中央農業試験場生産システム部長稲津脩博士ならびに栽培システム科長丹野久博士にご教示いただいた。ここに感謝の意を表します。

引用文献

Diggle A.J. and P. Neve 2001. The population dynamics and genetics of herbicide resistance- A modeling approach. Powles

S.B. and D.L. Shaner eds., herbicide resistance and world grains.

First edition. CRC PRESS, Boca Raton. 61-99.

伊藤操子 1993. 雑草学総論 第1版. 養賢堂, 東京. 1-362.

岩崎徹 1999. 野草・雑草ウォッチング 第1版. 講談社, 東京. 137-140.

小荒井晃・森田弘彦 2002. 秋田県および茨城県におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性生物型コナギの出現. 雑草研究 47: 20-28.

古原洋・山下英雄・山崎信弘 1996. 北海道における水田雑草ミズアオイのスルホニルウレア系除草剤抵抗性. 雑草研究 41 (別): 236-237.

古原洋・今野一男・竹川昌和 1999. 北海道におけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性イヌホタルイ (*Scirpus juncooides* Roxb. var. *ohwianus*. T. Koyama) の出現. 雑草研究 44: 228-235.

古原洋・内野彰・渡邊寛明 2001. スルホニルウレア系除草剤抵抗性イヌホタルイ (*Scirpus juncooides* Roxb. var. *ohwianus*. T. Koyama) の低温条件下での発芽. 雑草研究 46: 175-184.

古原洋 2001. SU 抵抗性イヌホタルイを対象にした除草剤試験のまとめ. 植調 35: 102-105.

Matunaka, S. 2001. Historical review of rice herbicides in Japan. Weed Biol. Manage. 1: 10-14.

宮原益次 1992. 水田雑草の生態とその防除 第1版. 全国農村教育協会, 東京. 56-57.

森田弘彦・土井康生 1980. ミズアオイとコナギの分類と北海道における分布について. 雑草研究 25: 297-299.

武田俊司・湯山猛・R.C. Ackerson・R.F. Sauers・L.W. Neal・D.G. Gibian・P.K. Tseng・R.C. Weigel 1985. 新水稻用除草剤 DPX-84F5384 の作用特性. 雑草研究 30: 284-289.

吉田修一・吉岡俊人・佐藤茂 2002. スルホニルウレア系除草剤抵抗性イヌホタルイ抵抗性の生理, 分子機構と宮城県における発生, 防除の概要一. 植調 36: 11-21.

Wang, G.X., H. Kohara and K. Itoh 1997. Sulfonylurea resistance in a biotype of *Monochoria korsakowii*. Proc. Brighton Crop Protection Conf. Weeds. 311-318.

Distribution in Emergence of Recent Troublesome Paddy Weeds (*Monochoria korsakowii* Regel et Maack and *Scirpus juncooides* Roxb. var. *ohwianus*. T. Koyama) and Their Control by Non-Sulfonylurea Herbicides : Hiroshi KOHARA* and Nobuhiro YAMAZAKI (*Hokkaido Cent. Agr. Exp. Stn. Kamihoromui, Iwamizawa, Hokkaido, 069-0365, Japan*)

Abstract : The development of sulfonylurea-herbicide (SU) resistant biotypes of *Monochoria korsakowii* Regel et Maack and *Scirpus juncooides* Roxb. var. *ohwianus*. T. Koyama as troublesome paddy weeds in Hokkaido region is a recent problem. The geographical distribution and level of infestation of these weeds were surveyed. Interpretation of the geographical survey data and SU resistance status suggest that SU resistant biotypes of these weed species originated in locales where weed infestation and selection pressure were severe. Once resistant biotypes appeared in these locales, they then quickly spread in seasonal succession to neighboring fields. Field experiments were conducted to investigate the use of combination-herbicides including non-sulfonylurea herbicides for controlling these two SU resistant weed biotypes. Combination herbicides were effective on the weeds and cost-effective ones, comprising of even a few actives, were suggested effective for paddy weed control in Hokkaido, including two SU resistant biotypes.

Key words : Distribution, Emergence, Herbicide, Paddy field, Resistance, Rice, Sulfonylurea, Weed.