

東北地域におけるホタルイ類の分布 および発生生態と防除上の問題点

農林水産省東北農業試験場 住吉 正

1. はじめに

現在、一般に“ホタルイ”と呼ばれている水田雑草は、植物分類学上のホタルイ{*Scirpus juncooides* Roxb. subsp. *hotarui* (Ohwi) T. Koyama}そのものではなく、ホタルイと外部形態が類似している植物、すなわち、ホタルイ、イヌホタルイ、タイワンヤマイ、コホタルイ、ミヤマホタルイおよびヒメホタルイなどホタルイ属ホタルイ節に分類される植物の総称であることはすでに周知のことであろう。これらいわゆる“ホタルイ”の外、ホタルイ属には、青森県を始めとして東北各県で発生が確認され、発生面積も増加傾向にあるシズイ、秋田県大潟村などの干拓地で問題となっているコウキヤガラ、さらに、それほど問題視されていないものの、用水路や畦畔際などによく見かけられるサンカクイなどが含まれ、東北地域の水田雑草の特徴を考える上で欠くことのできない雑草グループを形成している。

さて、いわゆる“ホタルイ”がホタルイでないことを指摘したのは1975年の須藤の報告が最初である。そこでは、東北各県農試で採集された標本を基に草種の同定を行い、水田雑草としての草種はホタルイ、タイワンヤマイおよびイヌホタルイであろうと推察した。

その後、岩崎らは須藤と同様の調査を全国に広げて行い、各試験場から送付された種子の大

部分がイヌホタルイで、他にはタイワンヤマイとコホタルイがわずかに認められる程度で、ホタルイは存在しなかったことを報告した。そして、水田雑草としての“ホタルイ”の草種は主としてイヌホタルイであると推察した。

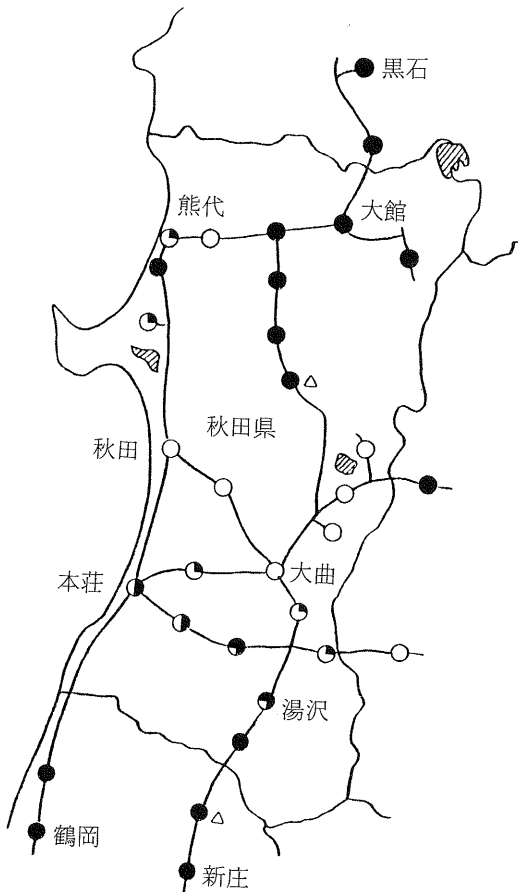
2. 東北地域におけるホタルイ類の分布

1) 秋田県における分布

秋田県の水田におけるホタルイ類の発生状況については1981年に中村らによって調査された(第1図)。その結果、秋田県の水田に発生している“ホタルイ”はイヌホタルイだけではなく、タイワンヤマイも多いことが明らかとなった。その後、1989年に筆者らも中村らと同様の方法で調査を行い、その間の発生状況の変化を追跡したが、約10年の間には、多くの地点でイヌホタルイとタイワンヤマイの混在化が確認された以外は、大きな変化は認められなかった。すなわち、秋田県の北部地域ではイヌホタルイの発生が多く、中央部地域ではタイワンヤマイの発生が多いという傾向に変化はなかったのである(第2図)。

2) 東北地域における分布

このように、秋田県においてはイヌホタルイとタイワンヤマイが共に多いことが明らかとなったが、それが秋田県に特有のことか否かを検討するため調査範囲を東北6県および新潟県北



第1図 秋田県におけるホタルイ類の分布
(1981年)

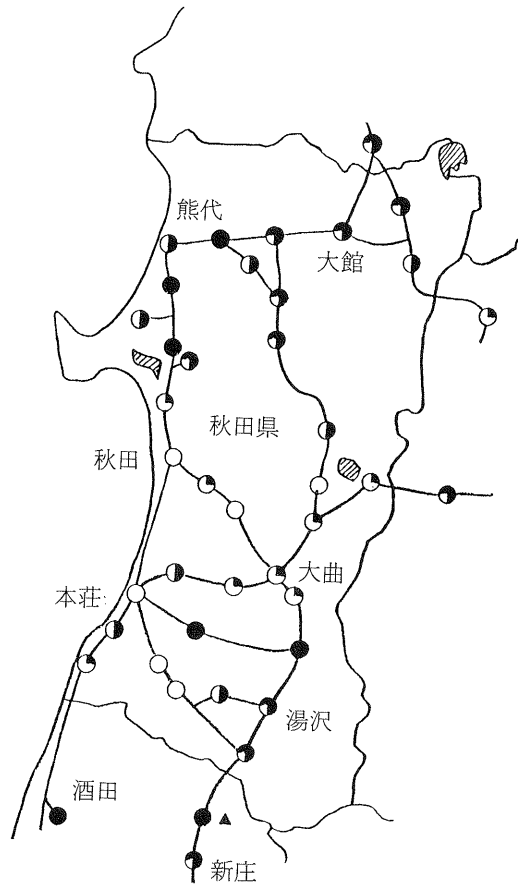
注) 中村ら(1982)より作成。

- イヌホタルイのみ, ●イヌホタルイが優勢,
- タイワンヤマイのみ, ○タイワンヤマイが優勢,
- 両種が同程度に発生, △コホタルイが発生,
- ▲ホタルイが発生。

部に広げて行った結果が第3図である。

これをみると全体的にはイヌホタルイが多い傾向が読み取れるが、多くの調査地点でタイワンヤマイの混在が認められ、一部には、タイワンヤマイの発生がイヌホタルイよりも多い地点や、タイワンヤマイだけしか発生していない地点も見受けられた。イヌホタルイが発生していた水田は全体の96%、タイワンヤマイが発生していた水田は全体の64%であった(第1表)。

ホタルイとコホタルイはそれぞれ2地点で発



第2図 秋田県におけるホタルイ類の分布(1989年)
(住吉ら, 1990)

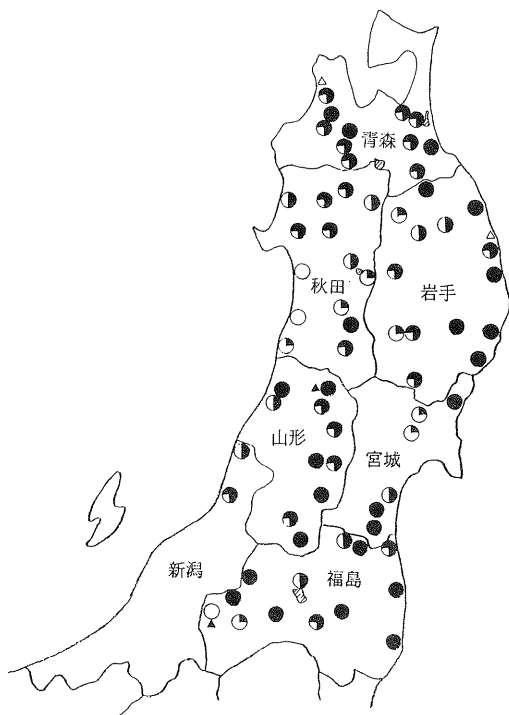
注) 記号は第1図と同じ。

生が確認されたが、この場合、休耕田では群落を形成する程度の発生密度があったが、水田内では1個体の発生が確認されたにすぎなかった。これらの結果から、東北地域における水田雑草としての“ホタルイ”の草種はイヌホタルイとタイワンヤマイであると判断された。

3. ホタルイ類の特性比較

ホタルイ類に関する研究は、種子の休眠・発芽や生育といった生態面、除草剤に対する感受性といった防除面などからの研究が各地で行われてきたが、岩崎らの一連の研究は、生態的特

性および除草剤による防除をホタルイ類の草種間比較から広範囲に行ったものとして特筆すべ



第3図 東北地域におけるホタルイ類の分布

(住吉ら, 1991 a)

注) 記号は第1図と同じ。

第1表 イヌホタルイとタイワンヤマイの発生
程度の総括

(住吉ら, 1991 a)

県名	調査 地点数	発 生 程 度*				
		1)	2)	3)	4)	5)
青 森	11	3	8	0	0	0
岩 手	14	6	4	2	2	0
秋 田	14	1	5	3	3	2
宮 城	6	3	0	1	2	0
山 形	10	5	4	1	0	0
福 島	13	7	2	2	1	1
新 潟	2	0	1	1	0	0
合 計	70	25	24	10	8	3

* 1) イヌホタルイのみ。

2) イヌホタルイが優勢。

3) 両種が同程度。

4) タイワンヤマイが優勢。

5) タイワンヤマイのみ。

き研究である。そのすべてをここで紹介することは紙面の都合上困難なため、興味のある方は文献を頼りに原著論文を当たっていただきたい。しかし、それらの研究を通じて岩崎氏が明らかにしたかったことは、突き詰めれば「いわゆる“ホタルイ”はホタルイそのものではないこと、また、雑草としての“ホタルイ”にはイヌホタルイという種が最もふさわしい」ということであらうと思われる。

4. イヌホタルイとタイワンヤマイの発生に関する比較

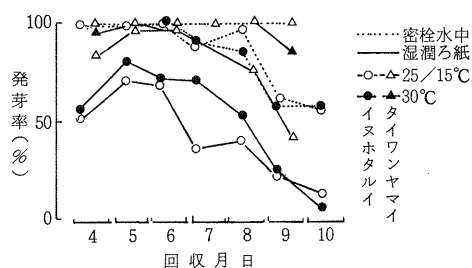
それでは何故、東北地域では第3図にみられるようにイヌホタルイに劣らずタイワンヤマイの発生も多いのだろうか？ やはりそこには両種の生態的特性と地域条件が大きく関わっているものと考えられる。

ここではイヌホタルイとタイワンヤマイの、主に発生に関する生態的特性の差異について、秋田県大曲市にある東北農試水田利用部で行われた試験結果を中心に述べる。なお、ホタルイ類の種子の休眠・発芽性には系統間差異が認められていることから、以下に示す試験結果は気象条件などの環境条件の外に、供試した種子（東北農試試験圃場にて採集）によっても地域特異性が反映されている可能性があることを付記しておく。

1) 土中種子の休眠状態

圃場の土壌中における種子の休眠状態の推移を第4図に示した。これは秋に採集した種子をポットの土壌中5~10cm層に混入して圃場に埋設し、その後定期的に掘り出して発芽率を調査したものである。

イヌホタルイおよびタイワンヤマイともに田植時期の5月に最も休眠覚醒した状態になった。



第4図 圃場の土壌中における種子の休眠状態の推移 (住吉ら, 1991 b)

その後、イヌホタルイでは7月以降発芽率の低下が認められ、二次休眠の導入が示唆されたが、台湾ヤマイでは発芽率の顕著な低下は8月以降に遅れた。

2) 休眠覚醒温度

一次休眠状態の種子を試験管の湛水土壌中に埋没し、種々の温度条件で貯蔵して休眠覚醒の状況を調査した結果、イヌホタルイの休眠覚醒

第2表 貯蔵条件*とイヌホタルイ種子の発芽率**

(住吉ら, 1991 b より作成)

貯蔵 日数	貯蔵温度 (°C)					
	5	10	15	20	25	30
10日	—	—	—	98.7	91.6	61.6
15	94.5	98.5	98.5	—	—	24.0
30	98.3	98.9	98.2	60.8	2.0	0.0
60	100.0	100.0	87.6	24.1	4.2	0.0
120	99.8	84.4	94.9	5.6	0.0	0.8

* 試験管の湛水土壌中に貯蔵。

** 25/15°C, 密栓水中条件で14日間調査 (%)。

—は調査せず。

第3表 貯蔵条件*と台湾ヤマイ種子の発芽率**

(住吉ら, 1991 b より作成)

貯蔵日数	貯蔵温度 (°C)		
	10	20	30
5日	—	—	12.9
15	64.2	94.1	2.4
30	97.3	92.2	0.7
60	96.8	95.8	0.6
120	94.7	98.5	1.6

* 試験管の湛水土壌中に貯蔵。

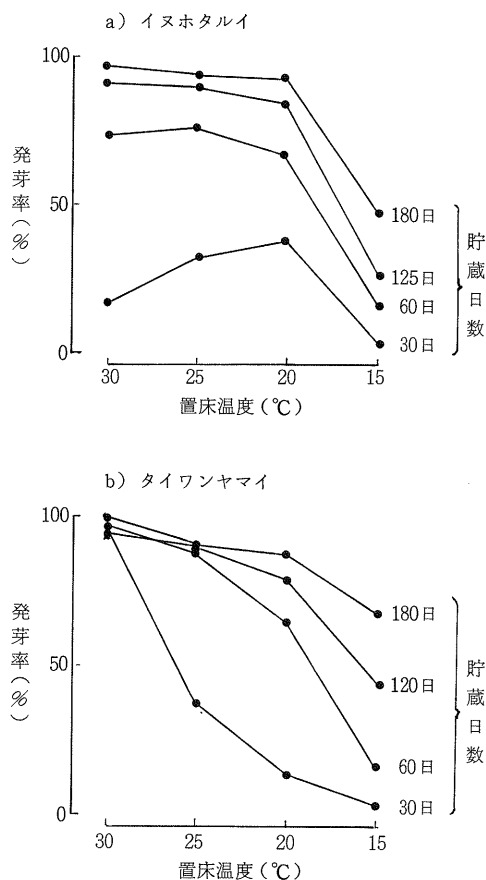
** 30°C, 湿潤ろ紙床条件で14日間調査 (%)。

—は調査せず。

には5~15°C (最適は5°C), タイワンヤマイでは10~20°C (最適は10°C) が適していた。また、イヌホタルイでは20~30°C, タイワンヤマイでは30°Cで貯蔵した場合、一度休眠覚醒した後に貯蔵期間の増加に伴って発芽率が低下した (第2, 3表)。

3) 発芽および出芽温度

試験管の湛水土壌中に貯蔵し、休眠覚醒の進行過程にある種子は低温での発芽率が低く、貯蔵日数の増加に伴って発芽率が向上し、休眠程度と発芽適温との関係が示された (第5図)。また、圃場から回収した種子は、イヌホタルイ



第5図 貯蔵期間と種子の発芽適温との関係

(住吉ら, 1991 b より作成)

注) イヌホタルイは5°C湛水土中、台湾ヤマイは10°C湛水土中貯蔵。

第4表 圃場回収種子の出芽* に及ぼす温度の影響

(住吉, 未発表)

草 種	回 収 月 日	置 床 温 度 **			
		30	25	20	15
イヌホタルイ	4.20	98	98	96	71
	5.20	100	99	100	97
	6.20	99	99	99	95
タイワン ヤマイ	4.20	93	93	79	11
	5.20	98	95	96	99
	6.20	99	99	99	99

注) 1/5,000 a ポットの表層土壌0~3cmに種子を混入して代かきし、湛水条件で30日間調査した。

* 出芽率(%)

** ファイトトン庫内温度(℃)

およびタイワンヤマイともに15~30℃の温度条件で出芽し、十分に休眠覚醒した種子は全ての温度条件で100%近い出芽率が得られた(第4表)。

したがって、イヌホタルイおよびタイワンヤマイ共に15~30℃で十分に発芽および出芽可能であり、休眠が深い種子ほど発芽および出芽により高い温度条件が必要で、この調査した温度範囲では種間の差異よりも種子の休眠状態の差異の方がより重要な役割を果たしていると考えられる。

しかし、より高温の40℃での発芽および出芽はタイワンヤマイの方が適しているという報告がある。また、より低温の12.5℃では両種共に高い発芽率が示されている。

4) 発芽および出芽速度

イヌホタルイを用いた試験で種子の発芽速度は温度条件と種子の休眠状態に左右されることが明らかとなった。すなわち、温度の高いほど、また、種子の休眠の浅いほど発芽速度が速かった(第5表)。

一方、圃場から回収した種子を用いて出芽速度を調査したところ、イヌホタルイとタイワン

第5表 イヌホタルイ種子の発芽速度

(住吉ら, 未発表)

種子集団	置床温度	播 種 後 日 数		最 終 発芽率 **
		発芽のビークまで	平均発芽日数 *	
A	30℃	1日	1.1日	93.7
	25	2	2.0	98.4
	20	3	3.0	97.3
	15	5	4.9	89.7
B	30	2日	2.0日	86.0
	25	3	2.5	75.0
	20	4	4.4	51.4
	15	6	6.7	31.2

注) A: 休眠の浅い種子(5℃湛水土壤中に129日間貯蔵)

B: 休眠の深い種子(5℃湛水土壤中に60日間貯蔵)

* 最終発芽率の80%までの発芽種子について平均した。

** 湿潤ろ紙床条件で15日間調査。

ヤマイの間にはほとんど差はなかった。

5) 二次休眠導入温度

圃場で休眠覚醒したイヌホタルイの種子を試験管の湛水土壤中に埋没し、10、20および30℃で貯蔵したところ、20℃で貯蔵したものは発芽率が低下し、二次休眠の導入が示された(第6表)。タイワンヤマイについての同様な調査は行っていないが、休眠覚醒温度や圃場の土壌中の休眠状態の推移から判断すると、タイワン

第6表 圃場から回収した種子の発芽率* に及ぼす貯蔵温度の影響

(住吉, 1989)

貯蔵温度・ 日 数 回収月日	30℃	20℃		10℃
	30日	60日	120日	60日
4月18日	**	22.1	5.8	—
5月3日	**	21.0	0.0	—
5月18日	**	15.2	0.7	—
6月2日	**	25.1	3.7	97.4
7月2日	0.0	8.5	2.6	96.3
8月1日	—	—	—	98.3

注) * 25/15℃, 湿潤ろ紙床条件で14日間調査(%).

** は試験管中で大部分の種子が発芽。

— は調査せず。

ヤマイの二次休眠導入温度はイヌホタルイのそれよりも高いと考えられる。

6) ま と め

以上のように、イヌホタルイとタイワンヤマイの発生に関する生態的特性にはいくつかの差異が認められ、特に、タイワンヤマイの方が二次休眠の導入が遅く、また、より高温での発芽に適していることは後次発生の可能性が高いことを示している。

これらの差異は気象条件や土壌条件、さらに耕種条件などの地域条件と関わってタイワンヤマイの生育に有利な状況の一部を作り出していると思われる。

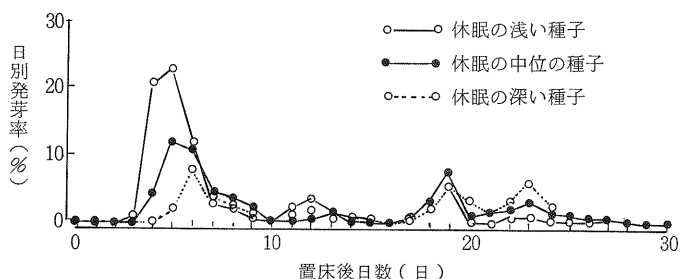
5. 寒冷地における雑草の発生について

寒冷地における雑草の発生は、一般に不斉一であり、長期間に渡り、いわゆる「だらだら発生」の様相を示す。その原因として、田植以降の気温が低く、また、天候が不安定なことが指摘されているが、“ホタルイ”の「だらだら発生」について言えば、圃場の環境条件以外に、越冬芽からの発生、種子からの発生および複数の草種の発生など、生物的な要因が関与していると考えられる。

イヌホタルイの種子発生のみを考えた場合についての実験例を第6図に示した。この実験では、実際に測定された地温(第7図)を基に定温器内の温度を1時間ごとに変温コントロールして、種子の発芽の様相を調査した。その結

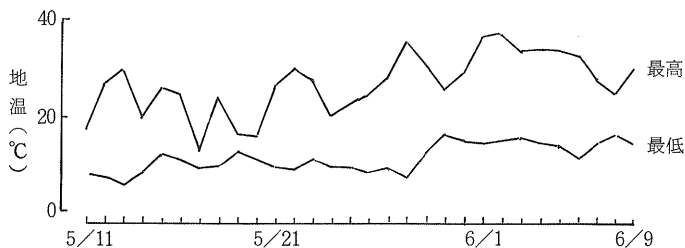
果、実験期間中にいくつかの発芽のピークが認められ、そのピークは地温の高低に連動していること、種子の休眠状態の違いによってピークごとの大きさが異なることなどが示された。すなわち、休眠の浅い種子は試験開始直後の比較的温度が低い時期にも充分発芽がみられたが、休眠の深い種子では試験後半の温度の高い時期での発芽率が相対的に高くなった。

実際の水田土壌中においては、深い休眠状態にある種子から完全に休眠覚醒した種子まで、休眠程度が種々に異なった種子の集団が形成されていると考えられるが、上の実験結果は、休眠の浅い種子は早い時期に、休眠の深い種子はより遅い時期に発生してくることを示している。すなわち、「だらだら発生」には寒冷地の温度条件に加えて、それに反応する種子の休眠状態の変異が重要な要因となっている。



第6図 圃場地温*に準じた温度条件での発芽パターン(住吉, 1988より作成)

注) *第7図参照。



第7図 水田地温の概要(住吉, 1988)

注) 1986年, 土中1cmで測定。

6. 東北地域における“ホタルイ”の防除

1) 防除の必要性

“ホタルイ”は多年生雑草であり、水田に残された株は容易に越冬して翌年の繁殖源となり得るが、繁殖は主に、秋に生産される多量の種子による。東北農試での調査では、イヌホタルイで約7,000粒/株の種子生産量を認めた。一方、越冬株は冬季間の乾燥や代かき時に土壤中に埋没させることによって枯死させることができる。そのため、防除の主眼は種子に置かれ、除草剤の効果も種子発生の“ホタルイ”に対する効果をみたものがほとんどである。

さて、近年開発された除草剤は“ホタルイ”に対して安定した防除効果を示すものが多い。しかし、東北各県における“ホタルイ”の発生面積は、ここ10年間でわずかに増加もしくは横ばい傾向を示しており（第7表）、その恩恵に預かっていないように思われる。この場合、実際に雑草害の出ている面積は「発生面積」の内のはんの僅かであろうと思われるが、ここに示された数字は“ホタルイ”を圃場から根絶することは困難であり、毎年必ず防除する必要があることを物語っている。

第7表 東北各県における“ホタルイ”の発生面積*

年次	青森	岩手	秋田	宮城	山形	福島
1980	79.0	48.7	18.1	67.2	31.5	61.9
1985	78.9**	52.5	40.4	73.9	41.0	59.8
1990	76.1	48.3	50.7	77.1	40.8	67.8

注) 日植調東北支部会報16, 21および26号より作成。

* 水稻作付面積対比(%)。

** 1984年の数値。

2) 防除上の問題点

東北地域の水田におけるホタルイの防除を考えると、他地域と比較して問題となるところ

は、まず、先にも述べたように、①田植後の気温が低く、また、天候が不安定なことも多いため、雑草の発生が一般に不斉一であり、だらだらと長引くこと、次に、②イヌホタルイだけでなくタイワンヤマイの発生も多いため、“ホタルイ”の草種としてこれら2種の混合群落の防除を考える必要があること、③日本海側および山間地域では冬季間の積雪によって田面が乾燥することが少ないため、越冬芽の越冬に好適であることなどが挙げられる。

②に関しては、先にみてきたようにイヌホタルイとタイワンヤマイには発生に関する生態的特性に差異があり、①の「だらだら発生」を助長する要因としても重要であるが、最近開発された除草剤の効果についてイヌホタルイとタイワンヤマイで比較してみる必要もあろう。

③の越冬芽に関しては、代かきを丁寧に行うことによってかなり防除できるとされているが、近年の稲作事情では丁寧な代かきは必ずしも期待できない。したがって、どうしても除草剤ということになる。ベンタゾン剤やその混合剤の効果が高いことは実証済みではあるが、コスト面から使用場面も限定されると思われる。「雑草害」および「翌年の繁殖源」といった観点から、越冬芽の防除に関して経済的評価を行い、防除水準の策定を行うことも有意義であろう。

7. おわりに

現在、各試験場および植調試験地で実施されている除草剤の効果判定試験において、“ホタルイ”の草種として何れの種が用いられているのか非常に興味がある。単純に考えれば、その試験圃場に発生する“ホタルイ”に対する効果をみたものであり、各試験場はその地域を代表するものであるから、その地域に発生する雑草

の防除を考える場合に問題はないように思われる。しかし、第3図にみるように、同じ県内でも発生する草種の割合が調査地点によって種々分かれていること、また、イヌホタルイとタイワンヤマイには生態的な差異が認められるということから、この点に関して十分な注意を払う必要があると思う。

“ホタルイ”の減らない原因がすべてタイワンヤマイにあるとは思わないが、複数の草種を念頭に置いた防除法を期待したい。

参 考 文 献

- 1) 岩崎桂三・綿島朝次・萩本 宏(1980): “ホタルイ”と総称されるホタルイ属水田雑草の草種について. 雑草研究 25, 110~115.
- 2) 岩崎桂三・萩本 宏(1980): ホタルイ, イヌホタルイおよびタイワンヤマイの萌芽性. 雑草研究 25 (別), 9~10.
- 3) 岩崎桂三・綿島朝次・萩本 宏(1981): ホタルイ, イヌホタルイおよびタイワンヤマイの越冬性と越冬株から発生した植物の防除. 雑草研究 26, 104~110.
- 4) 岩崎桂三(1983): ホタルイ類の生態と防除. 雑草研究 28, 163~171.
- 5) 中村 拓・桃木信幸・佐藤陽一・今野善一郎(1982): 秋田県及びその周辺におけるホタルイ類の分布と種子の休眠. 雑草研究 27 (別), 1~2.
- 6) 須藤孝久(1975): 東北地方のホタルイ類似水田雑草の種類について. 雑草研究 20, 87~88.
- 7) 住吉 正(1988): 寒冷地におけるホタルイ属雑草の発生の不斉一性に関する実験的考察. 第2報 イヌホタルイの発芽パターンにおける種子の休眠性と温度レベルとの関係. 東北農業研究 41, 95~96.
- 8) 住吉 正(1989): 湛水土壤中におけるイヌホタルイ種子の二次休眠に及ぼす貯蔵温度の影響. 雑草研究 34, 62~64.
- 9) 住吉 正・佐藤陽一・原田二郎(1990): 秋田県およびその周辺におけるホタルイ類の分布と推移. 雑草研究 35, 192~194.
- 10) 住吉 正・佐藤陽一・原田二郎(1991 a): 東北地域の水田におけるホタルイ類雑草の分布. 雑草研究 36, (印刷中).
- 11) 住吉 正・佐藤陽一・原田二郎(1991 b): 東北地域におけるホタルイ類の分布と休眠・発芽に関する知見. 雑草研究 36 (別 I), 110~111.
- 12) 住吉 正(1991 c): 寒冷地におけるホタルイ属雑草の発生の不斉一性に関する実験的考察. 第3報 東北地域における主要なホタルイ属雑草の草種と種子の発芽. 東北農業研究 44, (投稿中).
- 13) 渡辺寛明・宮原益次(1988): イヌホタルイ種子の発芽に及ぼす種子の貯蔵条件及び発芽時の温度と光の影響. 雑草研究 33 (別), 155~156.
- 14) 渡辺寛明・芝山秀次郎(1991): イヌホタルイの戸外土壤中種子の休眠性にみられる種内変異. 雑草研究 36 (別 I), 118~119.

新刊 山野草・樹木生態図鑑

シダ類・裸子植物・被子植物(離弁花)編 監修/沼田 真
編者/浅野貞夫・桑原義晴

B5判・664頁・オールカラー・定価25,000円(本体24,272円)

北海道から沖縄まで日本列島に生育するシダ植物、山野草、雑草、帰化植物、樹木について、カラー写真 2,655点、図版 830点をつかい、生活型、個々の種の特徴や類似植物との区別点などを追究

姉妹編 沼田真・吉沢長人/編集

日本原色雑草図鑑

B5判/414頁(カラー1,020点)
定価10,094円(本体9,800円)

全国農村教育協会

東京都台東区台東1-26-6(植調会館)
〒110 TEL.03-3833-1821(代)