

2,4-D抵抗性ヒデリコの調査

公益財団法人日本植物調節剤研究協会
技術顧問

渡邊 寛明

はじめに

MADAの熱研チームに合流して間もなく、Ho Nai Kinさんが第3灌漑地区（ムダ平野の南西部）に調べてほしい草があるというので、1992年第二作（雨季作）にその現地であるGulau村の水田に連れていってもらった。そこではヒデリコ（*Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl.）が目立って多かった（図-1）。ヒデリコは日本でも水田畦畔や畦際で普通に見られるカヤツリグサ科の一年生雑草で、機械移植（箱育苗）が普及する前は苗代の厄介な雑草だった。落水条件を好み潤土条件で多発するので、熱帯アジアの潤土直播栽培ではイヌビエ、コヒメビエ、アゼガヤ、コゴメガヤツリ等と並んで上位十指以内に入る主要水田雑草である。ムダ平野でもこの地域で特にヒデリコが増えているとのことだった。カヤツリグサ科雑草の防除には2,4-Dが長年広く使用されていたが、この地のヒデリコは2,4-Dの標準量の6倍でも防除できなかったようだ（Ho 1992）。MADAの依頼を受けて、このヒデリコの除草剤感受性を実験的に明らかにすることと、抵抗性バイオタイプのムダ平野での分布を調べることが私の研究テーマの一つになった。

現地での聞き取り調査

Gulau村でのこれまでのヒデリコ残草の経緯を知るために、MADAにお願いして1992年9月に農民への聞き取り調査の場を設定してもらった（図-2）。集まってもらった農民たちの話を要約すると次のようになる。



図-1 ムダ平野のGulau村の水田で繁茂していたヒデリコ

直播栽培の普及が進む1988年頃までは、ヒデリコはそれほど防除しにくい雑草ではなかった。当時の雑草防除は、移植栽培では移植後15～25日後、直播栽培では播種後20～30日後に、2,4-Dを1kg a.i./ha前後の薬量で処理するのが一般的であり、これでヒデリコも防除できていた。ところが、1989年第一作にAさんの水田で2,4-Dジメチルアミン処理後にヒデリコが残草したので、そのヒデリコに対して2回目の処理として2,4-Dの2倍量を散布したが、それでも部分的に枯れただけで多くは残草した。続く1989年第二作と1990年第一作でもAさんは2,4-Dブチルエステルや2,4-Dジメチルアミンをそれぞれの推奨されている薬量を散布したが、どちらもほとんど効果がなかった。1990年第二作には2,4-Dを推奨薬量の2倍量を散布したところ、ヒデリコには効果がなかったが水稻は除草剤によるダメージを受けて低収だった。Bさんも、2,4-Dを3～4倍量処理してもヒデリコが残草し、水稻のダメージは大きかったと話しておられた。この時点で、Gulau村では15haを超える水田で2,4-Dが効かないヒデリコが発生していたようだ。一方で、1990年からプレチラクロール乳剤（商品名:Sofit）を使うようになった農民の話では、この剤はヒデリコによく効いたようだ。

2,4-Dジメチルアミンに対する感受性

Gulau村での聞き取り調査の後、同年12月にMADA本部から数km離れたところにあるトレーニングセンター（農業技術普及のための研修所）の敷地内に場所を借りて、そこでヒデリコの2,4-Dに対する薬量反応を調べるための試験を



図-2 聞き取り調査のためにGulau村の農民の皆さんに集まってもらった



図-3 2,4-D ジメチルアミン処理後 26 日目のヒデリコ残草状況 (Watanabe *et al.* 1997 より)
標準薬量 (0.087 g a.i./m²) の 1/64 ~ 128 倍の範囲で 14 段階の処理量を設定した

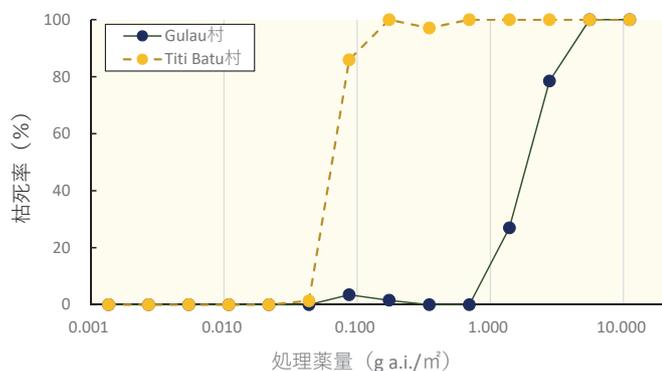


図-4 Gulau 村と Titi Batu 村ヒデリコの 2,4-D ジメチルアミン処理後の枯死率 (Watanabe *et al.* 1997 より)



図-5 試験に用いたヒデリコの成植物個体と花序 (Watanabe *et al.* 1997 より)

実施した。日本で使っているようなワグネルポットは無かったので、雑貨店で購入したプラスチックバケツ (0.04m² × 0.3m) を試験ポットの代わりにした。プラスチックバケツに Gulau 村のヒデリコ多発水田の耕土を詰めて代かきを行い、そこから自然発生する個体を試験対象にした。また、ヒデリコが 2,4-D で容易に防除できる第 4 灌漑地区 Titi Batu 村の水田耕土を採取して、そこから発生するヒデリコも比較対照として試験に用いた。代かき後は落水 (潤土) あるいはごく浅水状態で管理して本種の出芽と生育を促した。代かき 34 日後には、ポット当たり 30 ~ 44 個体が出芽し、草丈は約 18cm と比較的揃っていたので間引き等による個体数調整は行わず、2,4-D ジメチルアミンを 14 段階の薬量 (標準量の 1/64 ~ 128 倍, 各処理 4 反復) で処理した。その結果、Gulau 村と Titi Batu 村の土壌から出芽したヒデリコの薬量反応には明瞭な違いが認められた (図-3)。処理後 26 日目に調査した残存本数に基づいて枯死率 (出芽個体数に対する

枯死個体数の割合) を示したのが図-4 である。Gulau 村のヒデリコは Titi Batu 村のヒデリコよりも半数致死量 (LD₅₀) が約 29 倍も高かった (図-4)。なお、両者の小穂や花序の形態に違いは見られなかった (図-5)。

その他の除草剤に対する反応

Gulau 村のヒデリコを 2,4-D 抵抗性バイオタイプ、Titi Batu 村のヒデリコを感受性バイオタイプとして、剤型の違いや他の除草剤に対する反応も調べることにした。供試した除草剤は 2,4-D ジメチルアミン、2,4-D イソブチルエステル、2,4-D エチルエステル、2,4-D ナトリウム塩、MCPA エチルエステル、MCPA ナトリウム塩、プロパニル、パラコート、グルホシネートアンモニウムである。供試剤が多いので 1993 年 1 月から 6 月にかけて、2 回に分けて試験を実施した。先の試験と同様にプラスチックバケツを用い、ヒデリコの草丈が約 15cm になった時期 (代かき約 1 か月後) に各除草剤の標準薬量、2 倍量、8 倍量を処理した (各処理 3 反復)。処理 27 日後の草丈伸長で評価すると、2,4-D エチルエステルを除き、2,4-D および MCP は抵抗性と感受性のバイオタイプの違いは明瞭であったのに対し、プロパニル、パラコート、グルホシネートアンモニウムに対する反応にバイオタイプによる違いは認められなかった (表-1, 表-2)。

なお、2,4-D 抵抗性ヒデリコの防除に関して、ある会社の方から展着剤をうまく使うことで 2,4-D でも防除できないかとの提案をいただいたが、それについては時間の関係もあり取り止めなかった。この場をお借りしてお詫びしたい。

抵抗性バイオタイプの分布

1993 年第一作にムダ平野でランダムに選択した 99 地点で多数のヒデリコを確認した各 1 枚の水田と Gulau 村の水田 1 枚を合わせて、合計 100 枚の水田から土壌を採取した。同年 9 月に採取土壌をプラスチックバケツに詰め、代かき後に自然発生した個体に、通常であれば間違いなく枯死するであろう 2,4-D ジメチルアミンの標準量の約 2 倍量にあた

表-1 各種除草剤処理 27 日後のヒデリコ草丈 (1)

| 供試除草剤 | 供試系統の採取地 | バイオタイプ | 処理葉量 | | |
|--|------------|--------|---------|---------|---------|
| | | | 標準葉量 | 2倍量 | 8倍量 |
| | | | cm | cm | cm |
| 2,4-Dジメチルアミン (標準葉量: 0.087g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 27.2 ** | 26.6 ** | 24.3 ** |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2,4-Dイソブチルエステル (標準葉量: 0.068g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 23.6 NS | 28.2 * | 24.7 ** |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 29.5 | 4.4 | 0.0 |
| プロパニル (標準葉量: 0.035g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 26.1 NS | 15.6 NS | 7.0 NS |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 34.7 | 14.7 | 0.0 |
| パラコート (標準葉量: 0.032g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 27.0 NS | 19.5 NS | 0.0 NS |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 30.8 | 22.7 | 0.0 |
| グルホシネートアンモニウム塩 (標準葉量: 0.024g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 32.1 NS | 33.0 NS | 0.0 NS |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 41.0 | 40.9 | 0.0 |

** 1%水準で有意差あり * 5%水準で有意差あり NS 有意差なし (Watanabe *et al.* 1996より)
 代かき: 1993年1月28日 除草剤処理: 同年2月24日 (処理時のヒデリコ草丈は約15cm)

表-2 各種除草剤処理 27 日後のヒデリコ草丈 (2)

| 供試除草剤 | 供試系統の採取地 | バイオタイプ | 処理葉量 | | |
|--|------------|--------|---------|---------|---------|
| | | | 標準葉量 | 2倍量 | 8倍量 |
| | | | cm | cm | cm |
| 2,4-Dジメチルアミン (標準葉量: 0.087g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 22.1 ** | 26.6 * | 22.0 ** |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 4.9 | 10.5 | 5.5 |
| 2,4-Dエチルエステル (標準葉量: 0.051g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 22.7 NS | 20.2 NS | 7.6 NS |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 28.5 | 24.9 | 4.2 |
| MCPAエチルエステル (標準葉量: 0.042g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 21.9 NS | 19.1 NS | 16.9 * |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 29.3 | 13.7 | 0.8 |
| 2,4-D Na塩 (標準葉量: 0.062g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 24.0 NS | 24.2 * | 20.9 * |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 13.1 | 12.8 | 9.8 |
| MCPA Na塩 (標準葉量: 0.043g a. i./m ²) | Gulau村 | 抵抗性 | 21.1 ** | 18.7 ** | 0.0 NS |
| | Titi Batu村 | 感受性 | 6.0 | 0.0 | 0.0 |

** 1%水準で有意差あり * 5%水準で有意差あり NS 有意差なし (Watanabe *et al.* 1996より)
 代かき: 1993年5月30日 除草剤処理: 同年6月26日 (処理時のヒデリコ草丈は約15cm)

る 0.17 g a.i./m²を処理し、生き残った個体があればそれを抵抗性固体と判断した。その結果、100か所の水田のうち95か所の水田土壌から出芽したヒデリコは全て感受性タイプであり、抵抗性バイオタイプが認められたのは Gulau 村を含むわずか5か所の水田だけだった(図-6)。すなわち、本種の2,4-D抵抗性バイオタイプのムダ平野での分布はごく一部の地点に限られていたことになる。

一方で、Gulau 村内での抵抗性のまん延状況を調べるた

めに、1993年第二作に村内70枚の水田から土壌を採取し、上記と同じ方法で抵抗性固体の有無を調査した。その結果、69枚の水田土壌から抵抗性固体が出芽し、出芽個体数に対する抵抗性固体の割合は0~96%と水田毎に大きく異なっていた(図-7)。ムダ平野全体でみると本種の2,4-D抵抗性は一部地域だけの問題であるが、発生地区では大部分の水田が抵抗性バイオタイプに侵されていることが分かる。以上の試験結果を受けて、2,4-D抵抗性バイオタイプ発生地区には

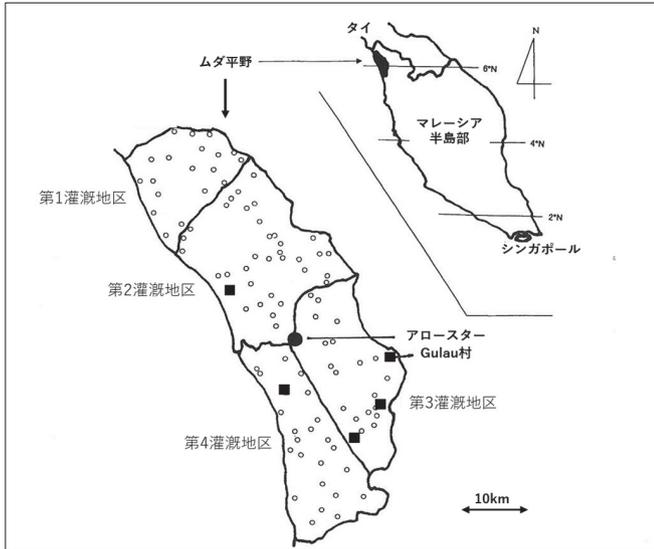


図-6 ムダ平野全域における 2,4-D 抵抗性ヒデリコの分布 (Watanabe *et al.* 1997 より)

■ 抵抗性バイオタイプが認められた (5 か所)
○ 抵抗性バイオタイプが認められなかった (95 か所)

2,4-D 以外の有効な除草剤の使用を指導することとなった。これらの結果は、クアラルンプールで開催されたマレーシア植物保護学会で口頭発表し (Watanabe *et al.* 1994)、帰国後に雑草研究に論文投稿した (Watanabe *et al.* 1997)。

マレーシアの水田で確認された除草剤抵抗性雑草には、前任の伊藤一幸さんがナンゴクオモダカ (*Sagittaria guyanensis* H.B.K. Val.) でスルホニルウレア系除草剤抵抗性を確認され (伊藤ら 2000)、後任の中山壮一さんがキバナオモダカ (*Limncharis flava* (L.) Buychenau) で 2,4-D とスルホニルウレア系除草剤に対する複合抵抗性を確認された (中山ら 1999)。ずいぶん遡るが、フィリピンでは 2,4-D 抵抗性ナガボノウルシ (*Sphenoclea zeylanica* Gaertn.) の報告もある (Migo *et al.* 1986)。数ある除草剤のなかで、植物ホルモン作用を示す 2,4-D は、生合成系の酵素をターゲットとする ALS 阻害剤や ACCase 阻害剤のように頻度高く抵抗性雑草が選抜されるような成分とは考えられていない。それでも、長年にわたりそればかりを使い続けると抵抗性バイオタイプが選抜される。Gulau 村の 2,4-D 抵抗性ヒデリコもこのことを示す事例の一つである。

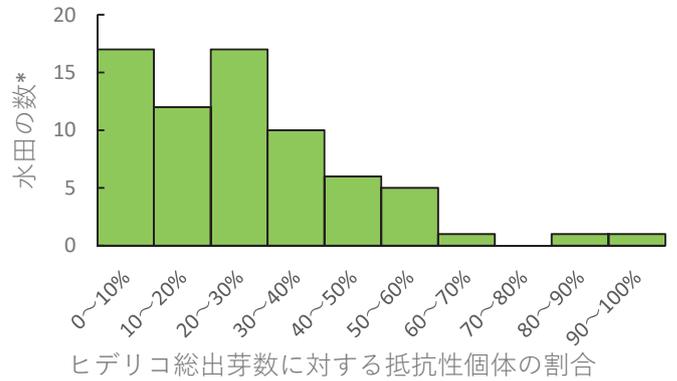


図-7 Gulau 村にお水田における抵抗性個体の割合 (Watanabe *et al.* 1996 より)

* 村内 70 枚の水田を調査した

参考文献

Ho, N-K. 1992. 2,4-D usage and herbicide resistance problems in the Muda area, Malaysia. Note prepared for discussion with extension officers. MADA, Alor Setar, Malaysia.

伊藤一幸ら 2000. マレーシアのセベランペライにおけるスルホニルウレア系除草剤抵抗性のナンゴクオモダカ *Sagittaria guyanensis* H.B.K. Val. 雑草研究 45 (別), 232-233.

Migo, T. R. *et al.* 1986. Response of *Sphenoclea zeylanica* to 2,4-D and other recommended herbicides of weed control in lowland rice. Philippine Journ. Weed Sci. 13, 28-38.

中山壮一ら 1999. 2,4-D および bensulfuron-methyl に対する複合抵抗性を有するマレーシア産キバナオモダカ. 雑草研究 45 (別). 84-85.

Watanabe, H. *et al.* 1994. 2,4-D resistance of *Fimbristylis miliacea* in direct seeded rice fields in the Muda area. Proceedings of the 4th International Conference on Plant Protection in the Tropics. 353-356.

Watanabe, H. *et al.* 1996. Ecology of major weeds and their control in direct seeding rice culture of Malaysia.

Watanabe, H. *et al.* 1997. Response of 2,4-D resistant biotype of *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl. to 2,4-D dimethylamine and its distribution in the Muda plain, Peninsula Malaysia. J. Weed Sci. Tech. 42(3), 240-249.