

帰化アサガオ類の種子は火炎放射およびその後の湛水処理で全滅する

市原 実^{***}・和田明華^{*}・山下雅幸^{*}
澤田 均^{*}・木田揚一^{***}・浅井元朗^{****}

要 約: 種子の乾熱処理および火炎放射処理が帰化アサガオ類 (ホシアサガオ (*Ipomoea triloba*), マメアサガオ (*I. lacunosa*), マルバアサガオ (*I. purpurea*), マルバアメリカアサガオ (*I. hederacea* var. *integriuscula*) およびマルバルコウ (*I. coccinea*)) の発芽に及ぼす影響と、火炎放射後の湛水が種子の生存に及ぼす影響について調査した。80℃で30分間乾熱処理した場合、5草種の発芽率(吸水, 膨潤した種子の割合)は21.1~97.8%であった。マメアサガオ(21.1%)とマルバアサガオ(47.8%)を除く3草種は、72.2~97.8%と高い発芽率を示した。一方、火炎放射処理を3秒間行った場合、発芽率は94.4~100.0%と5草種ともほぼ完全に発芽した。さらに火炎放射処理後の種子は湛水条件下に2ヶ月間埋土されることにより、5草種全てにおいて100%死滅することがわかった。本研究より帰化アサガオ類の防除において、種子散布後に圃場地表面を火炎放射処理し、その後湛水することが有効であることが示唆された。

キーワード: 帰化アサガオ類, 硬皮休眠, 乾熱処理, 火炎放射, 湛水

緒 言

近年、ダイズ作において帰化アサガオ類による被害が問題になっている。これまでにホシアサガオ (*Ipomoea triloba*), マメアサガオ (*I. lacunosa*), マルバアサガオ (*I. purpurea*), アメリカアサガオ (*I. hederacea*) およびマルバアメリカアサガオ (*I. hederacea* var. *integriuscula*), マルバルコウ (*I. coccinea*) のダイズ圃場への侵入が確認されている¹⁾。特に愛知県¹¹⁾ や静岡県¹³⁾ では、一

部の水田転換圃場で蔓延している。アサガオ類が蔓延すると競合によってダイズが減収するとともに、蔓が作物や作業機に絡みついて除草や収穫作業の支障となる。現在ダイズ作中のアサガオ類の効果的、実用的な防除手段はなく、その発芽生態の解明および防除法の開発が急務である。

アサガオ類は不透水性の種皮に覆われた硬実種子(硬皮休眠の状態にある種子)を形成する⁶⁾。硬実種子は何らかの環境要因により種皮が吸水可能にならないと発芽しないため、そのような要因が欠如している場合、自然条件下での発芽は不斉一になる。さらに硬実種子は土中での長期間の生存が可能である⁵⁾。Egley and Chandler (1983)⁵⁾ は、土中に貯蔵したマメアサガオおよびハリアサガオ (*Ipomoea turbinata*) 種子の5.5年後の生存率がそれぞれ13%および33%であったと報告している。このため、アサガオ類は永続的なシードバンクを形成すると考えられる。発芽の不斉一性や永続的シードバンクの形成がアサガオ類の防除を困難にする主因であると考えられる。

自然条件下では、高温での乾燥や森林火災などが硬皮休眠を解除する要因になりうる⁴⁾。火災時の土壤表層温度を想定した乾熱処理により、マメ科植物など硬皮休眠を有する多くの種において休眠が解除されることが知られている⁴⁾。アサガオ類と同じヒルガオ科の植物においても自然火災が多発する地域に生育する *Bonamia grandiflora*⁹⁾ や *Convolvulus occidentalis*¹²⁾ では、火災後に一斉に発芽することが知られている。このためアサガオ類においても乾熱処理や火災によって硬皮休眠が解除される可能性がある。

アサガオ類種子の硬皮休眠を人為的に解除し、一斉に発芽もしくは死滅させ、シードバンクを減少させることができれば、防除が容易になるであろう。アサガオ類と同様に永続的シードバンクを形成するマメ科低木ハリエニシダ (*Ulex europaeus*) については、すでにシードバンクを減少させて防除することを目指して、種子へのマイクロ波照射による発芽または死滅の促進

*静岡大学農学部生態学研究室
〒422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷 836
w7612001@ipc.shizuoka.ac.jp

**岐阜大学大学院連合農学研究所

***静岡県農林技術研究所

****中央農業総合研究センター

(2007年12月1日受付, 2008年1月7日受理)

効果について研究されている¹⁴⁾。しかしアサガオ類のシードバンク減少による防除については研究が皆無である。アサガオ類種子の硬皮休眠が乾熱処理や火災によって解除されるならば、圃場地表面を火炎放射処理することがシードバンクの減少に有効であると考えられる。

そこで本研究は、乾熱処理および火炎放射処理がアサガオ類種子の発芽および生存に及ぼす影響について解明することを目的とした。さらにダイズ作後に水田転換する圃場を想定し、火炎放射処理後の湛水が種子の生存に及ぼす影響について調査した。

材料および方法

供試種子

5草種（ホシアサガオ (*Ipomoea triloba*), マメアサガオ (*I. lacunosa*), マルバアサガオ (*I. purpurea*), マルバアメリカアサガオ (*I. hederacea* var. *integriuscula*) およびマルバルコウ (*I. coccinea*) の材料は、関東および東海地域のダイズ圃場またはその畦畔から採種したものを基にした (Table 1)。採種後、中央農業総合研究センター雑草見本園（茨城県つくば市）にて種子増殖し、それらの種子を供試した。実験に供試した種子の採種日を Table 1 に示した。採種後、約3ヶ月間室温にて風乾し、その後5℃で貯蔵した。種皮の一部をカミソリで刺傷処理した場合および無処理の場合の28℃における発芽率を Table 1 に示した。刺傷処理した種

子のうち98.3~100.0%が吸水、膨潤し、発芽したことから、供試種子はほぼ全て発芽可能であるとみなした。

80℃乾熱処理が発芽に及ぼす影響

温風乾燥器 (WFO-600-D 東京理化器械) を用いて種子の乾熱処理を行い、処理の有無および処理時間による発芽率および未発芽生存種子率 (供試種子数に対する未発芽生存種子数の割合) の差異について調査した。各草種の種子を試験管に入れ、80℃の温風乾燥器内で0分、3分、10分、30分間乾熱処理を行った。各処理3反復、反復あたり30粒とした。処理後、発芽試験中の雑菌繁殖を抑えるため、種子をチウラム・ベノミル水和剤5% (w/v) 溶液に10分間浸漬し、種子消毒を行った。種子を蒸留水で水洗した後、ろ紙 (Whatman No.1 定性ろ紙) 1枚を敷いたプラスチックシャーレ (直径9 cm) に播種し、蒸留水を加えた。25℃、12時間明期の恒温器 (M-210FN TAITEC) 内で発芽試験を行った。試験開始後14日目まで発芽種子数を記録した。ただし、乾熱処理または火炎放射処理を行った場合、吸水、膨潤した後、発芽が途中で停止する種子が頻りに観察されたため、本研究では、吸水、膨潤した種子を全て「発芽種子」とみなした。発芽種子は記録後ピンセットで除去した。このとき適宜給水を行い、カビが生じた種子は除去した。14日目に未発芽種子を刺傷処理し、その後発芽したものを生存種子と判定した。

Table 1. Original collection sites of five morningglory species (*Ipomoea* spp.), harvest dates of the seeds used in the experiments and the percentage germination of seeds that were or were not scarified.

species	original collection site	harvest date of the seeds	treatment	germination (%)
<i>Ipomoea triloba</i>	Anjo, Aichi	25 October 2001	scarified	100.0
			non-scarified	30.0
<i>I. lacunosa</i>	Ninomiya, Tochigi	11 October 2001	scarified	100.0
			non-scarified	5.0
<i>I. purpurea</i>	Tsukuba, Ibaraki	12 November 2003	scarified	98.3
			non-scarified	6.7
<i>I. hederacea</i> var. <i>integriuscula</i>	Fukuroi, Shizuoka	5 November 2001	scarified	100.0
			non-scarified	73.3
<i>I. coccinea</i>	Ushiku, Ibaraki	16 October 2003	scarified	100.0
			non-scarified	3.3

*The seeds used in the experiments were produced in a weed nursery at National Agricultural Research Center, Tsukuba after collecting from each site.

火炎放射処理が発芽に及ぼす影響

実験用ガスバーナー（炎温度 1,500~1,800℃）を用いて種子を火炎放射処理し、処理の有無および処理時間による発芽率および未発芽生存種子率の差異について調査した。ガスバーナーの炎口先端から 5 cm の高さで、金網（目開き 2 mm）にのせた種子に、火炎を 0 秒、1 秒、2 秒、3 秒間放射した。各処理 3 反復、反復あたり 30 粒とした。処理後、80℃ 乾熱処理と同様の方法で種子消毒および発芽試験を行った。試験開始後 7 日目まで発芽種子数を記録した。7 日目に未発芽種子を刺傷処理し、発芽したものを生存種子と判定した。

火炎放射処理後の湛水が種子の生存に及ぼす影響

除草用ガスバーナー（GT-100WP 新富士バーナー 炎温度 1,300℃）を用いて種子を火炎放射処理した後、湛水条件下で 2 ヶ月間埋土し、火炎放射処理の有無による種子死滅率の差異について調査した。種子を陶器製の器（直径 11 cm 深さ 5 cm）に入れ、ガスバーナーで 15 cm の高さから 2 秒間火炎を放射した。処理した種子または無処理の種子各 30 粒と培養土（Bas van Buuren b.v.）30 g をそれぞれ混合し、ポリエステルおよびレーヨン製の不織布袋（17 cm×26 cm）に封入した。各処理 3 反復とした。その後、実験用ポット（直径 17 cm 深さ 20 cm）内に充填した培養土の深さ 6 cm に埋土し、土壌表面まで湛水した。ポットは 25℃、12 時間明期の恒温器（M-210FN TAITEC）内に静置した。湛水 2 ヶ月後（62 日後）にポットから不織布袋を回収し、完全な形状をした種子のみをピンセットで回収した。これらの種子を刺傷処理し、25℃にて発芽したものを生存種子と判定した。

統計分析

各実験で得られた発芽率、未発芽生存種子率および種子死滅率のデータは逆正弦変換後に Tukey の方法による多重比較を行った。

結 果

80℃乾熱処理が発芽に及ぼす影響

80℃で乾熱処理した場合、無処理（0 分）と比較してマルバルコウおよびホシアサガオにおいて発芽率が有意に高かった（Table 2）。無処理の場合、マルバルコウの発芽率は 1.1%、ホシアサガオは 27.8%であったが、乾熱処理した場合はそれぞれ 76.7~84.4% および 72.2~77.8% であった。このため、こ

れら 2 草種の乾熱処理後の未発芽生存種子率は、有意に低くなった（Table 2）。無処理の場合、マルバルコウの未発芽生存種子率は 98.9%、ホシアサガオは 71.1%であったが、乾熱処理した場合それぞれ 15.6~23.3% および 22.2~27.8% であった。

マルバアサガオについても乾熱処理した場合、発芽率が高まる傾向が認められた（Table 2）。発芽率は無処理および 3~10 分間乾熱処理した場合、20.0~28.9% であったが、30 分間乾熱処理した場合、47.8% であった。未発芽生存種子率は、無処理および 3~10 分間乾熱処理した場合、71.1~78.9% であったが、30 分間乾熱処理した場合、52.2% であった。他方、マメアサガオおよびマルバアメリカアサガオについては、発芽率および未発芽生存種子率に乾熱処理の有無による差は認められなかった（Table 2）。マメアサガオの発芽率は 21.1~27.8%、マルバアメリカアサガオは 95.6~97.8%、未発芽生存種子率はそれぞれ 72.2~78.9%、1.1~3.3% であった。

火炎放射処理が発芽に及ぼす影響

火炎放射処理した場合、無処理（0 秒）と比較してマルバアメリカアサガオ以外の 4 草種では発芽率が有意に高かった（Table 3）。発芽率は無処理の場合、0.0~28.9% であったが、処理した場合、60.0~98.9% であった。処理時間が長くなるほど発芽率が上昇する傾向があり、3 秒間処理した場合にはほぼ全ての種子が発芽した。このため、3 秒間処理後の未発芽生存種子率はわずか 1.1~5.6% になった（Table 3）。他方、マルバアメリカアサガオについては火炎放射処理の有無によらず、ほぼ全ての種子が発芽し、97.8~100.0% であった（Table 3）。そのため、未発芽生存種子率はわずか 0.0~2.2% であった。

火炎放射処理後の湛水が種子の生存に及ぼす影響

火炎放射処理後に湛水した場合および湛水の場合の種子死滅率を Table 4 に示した。なお火炎放射処理および湛水を行わなかった場合の生存種子減少率の推定値として、Table 3 の無処理（0 秒）の発芽率を用いた。火炎放射処理後に湛水した場合、湛水の場合と比較してマルバアメリカアサガオ以外の 4 草種では、2 ヶ月後の種子死滅率が有意に高かった。湛水の場合の種子死滅率は 2.2~34.4% であったが、火炎放射処理後に湛水した場合にはいずれの草種についても 100.0% であった。他方、マルバアメリカアサガオの種子死滅率は湛水のみ

Table 2. Effects of dry heat (80°C) for 0-30 minutes on percentage of germinated, or imbibed seeds, and ungerminated viable seeds of five morningglory species.

Species	heat duration (min)	germinated or imbibed seeds (%)	ungerminated viable seeds (%)
<i>Ipomoea triloba</i>	0	27.8 a	71.1 a
	3	76.7 b	23.3 b
	10	77.8 b	22.2 b
	30	72.2 b	27.8 b
<i>I. lacunosa</i>	0	21.1 a	78.9 a
	3	27.8 a	72.2 a
	10	23.3 a	76.7 a
	30	21.1 a	76.7 a
<i>I. purpurea</i>	0	28.9 ab	71.1 ab
	3	23.3 ab	75.6 ab
	10	20.0 a	78.9 a
	30	47.8 b	52.2 b
<i>I. hederacea</i> var. <i>integriuscula</i>	0	96.7 a	3.3 a
	3	97.8 a	2.2 a
	10	95.6 a	3.3 a
	30	97.8 a	1.1 a
<i>I. coccinea</i>	0	1.1 a	98.9 a
	3	76.7 b	23.3 b
	10	84.4 b	15.6 b
	30	83.3 b	16.7 b

*Values followed by the same letter in each species are not different at the 5% level using Tukey's post-hoc multiple comparison test.

Table 3. Effects of torching for 0-3 seconds on percentage of germinated, or imbibed seeds, and ungerminated viable seeds of five morningglory species.

species	torching duration (sec)	germinated or imbibed seeds (%)	ungerminated viable seeds (%)
<i>Ipomoea triloba</i>	0	28.9 a	71.1 a
	1	67.8 b	32.2 b
	2	76.7 b	23.3 b
	3	98.9 c	1.1 c
<i>I. lacunosa</i>	0	18.9 a	81.1 a
	1	60.0 b	40.0 b
	2	94.4 c	5.6 c
	3	94.4 c	5.6 c
<i>I. purpurea</i>	0	22.2 a	77.8 a
	1	68.9 b	31.1 b
	2	93.3 c	6.7 c
<i>I. hederacea</i> var. <i>integriuscula</i>	3	95.6 c	4.4 c
	0	97.8 a	2.2 a
	1	98.9 a	1.1 a
	2	100.0 a	0.0 a
<i>I. coccinea</i>	3	100.0 a	0.0 a
	0	0.0 a	100.0 a
	1	78.9 b	21.1 b
	2	97.8 c	2.2 c
	3	96.7 c	3.3 c

*Values followed by the same letter in each species are not different at the 5% level using Tukey's post-hoc multiple comparison test.

Table 4. The effects of torching and water immersion for 2 months on seed mortality of five morningglory species.

species	treatment	seed mortality (%) (estimate of seed depletion)
<i>Ipomoea triloba</i>	torching+water immersion	100.0 a
	no torching+water immersion	34.4 b
	(no torching+no water immersion)	(28.9) c
<i>I. lacunosa</i>	torching+water immersion	100.0 a
	no torching+water immersion	14.4 b
	(no torching+no water immersion)	(18.9) b
<i>I. purpurea</i>	torching+water immersion	100.0 a
	no torching+water immersion	32.2 b
	(no torching+no water immersion)	(22.2) b
<i>I. hederacea</i> var. <i>integriscula</i>	torching+water immersion	100.0 a
	no torching+water immersion	97.8 a
	(no torching+no water immersion)	(97.8) a
<i>I. coccinea</i>	torching+water immersion	100.0 a
	no torching+water immersion	2.2 b
	(no torching+no water immersion)	(0.0) b

*Values followed by the same letter in each species are not different at the 5% level using Tukey's post-hoc multiple comparison test.

**Values in parentheses are the estimates of untreated seed depletion, i.e. no torching and no water immersion (the percentages of germinated or imbibed seeds at 0 second in Table 3).

の場合でも97.8%と高く、火炎放射処理後に湛水した場合では100.0%であった。一方、湛水のみの場合の種子死滅率は、火炎放射処理および湛水を行わなかった場合の生存種子減少率とほぼ同じで、ホシアサガオ以外の4草種では有意差が認められなかった。

考 察

ホシアサガオ、マメアサガオ、マルバアサガオおよびマルバルコウの種子は、火炎放射処理により硬皮休眠が解除され、それにともない未発芽生存種子率が有意に低下した (Table 3)。Teketay (1996)¹⁵⁾ はマメ科16種の種子を60~100℃で15~60分間乾熱処理することにより、硬皮休眠が解除され、発芽率が上昇する場合のあることを報告している。本研究においても、80℃乾熱処理によりマルバルコウおよびホシアサガオ種子の硬皮休眠が解除され、未発芽生存種子率は無処理と比較して有意に低下した (Table 2)。これらより、アサガオ類種子に対する火炎放射は硬皮休眠を解除し、シードバンクを減少させる手段として有効であると考えられる。なお、乾熱処理または火炎放射処理後の「発芽種子」の大部分は発芽が途中で停止し、死滅した。特に火炎放射処理は80℃乾熱処理よりも

わめて高温であるため、火炎放射処理後の種子が正常に発芽、生育する可能性は低いと考えられる。

硬皮休眠の程度は草種によって異なった。80℃乾熱処理および火炎放射処理が発芽に及ぼす影響を調査した実験において、マルバアメリカアサガオの無処理の発芽率は96.7~97.8%、ホシアサガオ、マメアサガオ、マルバアサガオでは18.9~28.9%、マルバルコウでは0.0~1.1%であった (Table 2, 3)。これより、アサガオ類5草種の中でマルバアメリカアサガオの硬皮休眠の程度が最も弱く、マルバルコウは最も強いと考えられる。Gomes *et al.* (1978)⁸⁾ もマルバアメリカアサガオおよびマメアサガオ種子の無刺傷処理における発芽率がそれぞれ約60~80%および約30~50%で、マルバアメリカアサガオのほうが高いことを報告している。

種子を火炎放射処理した後、湛水条件下で2ヶ月間埋土することにより、アサガオ類5草種全ての種子を100%死滅させることができた (Table 4)。一方、湛水のみの場合、マルバアメリカアサガオ以外の4草種の種子死滅率が2.2~34.4%と、大部分の種子が生存した。また湛水のみの場合の種子死滅率は、火炎放射処理および湛水を行わなかった場合の生存

種子減少率とはほぼ同じであった。したがって、2ヶ月間の湛水は硬皮休眠の解除には影響を及ぼさないと考えられる。火炎放射処理により全ての種子が土中で発芽または死滅したと考えられ、正常に発芽した種子についても、2ヶ月間の湛水条件下で全て死滅したと考えられる。一方、マルバアメリカアサガオの種子死滅率が湛水のみの場合でも97.8%と高かったのは、硬皮休眠の程度が弱いためと考えられる。

本研究より、アサガオ類の種子散布後に圃場地表面を火炎放射処理し、その後湛水することがアサガオ類の防除に有効であることが示唆された。ダイズ収穫後に圃場を火炎放射処理することにより、地表面のアサガオ類種子の硬皮休眠が解除され、発芽または死滅すると考えられる。木田（未発表）は静岡県中遠地域のコムギ-ダイズ連作圃場において、麦わら焼却後にアサガオ類の出芽が増加することを観察した。ダイズ作後、水田転換する圃場では湛水により、発芽種子は完全に死滅するものと予測される。Gealy (1998)⁷⁾ は、マメアサガオおよびフウリンアサガオ (*Ipomoea wrightii*) 種子を土壌の深さ1 cmに播種し、直後に1 cm以上湛水した場合、両草種とも出芽しないことを報告しており、我々の予測を支持する。一方、水田転換しない圃場では、後作物の播種前に非選択性除草剤を散布することにより、出芽個体を完全に枯死させることが可能であろう。とはいえ、本研究は実験室での火炎放射処理とポット実験のみからなり、火炎放射や湛水の処理むら（空間的不均一性）はない。しかし、現実の圃場ではこれらの処理むらが起こりうる。今後は圃場において、火炎放射処理および湛水の有無によるアサガオ類の動態の差異について調査する必要があるだろう。

ヨーロッパの有機農業においては、ニンジン等発芽の遅い野菜類の出芽前の雑草防除として火炎除草が行われ、その防除効果について研究されている²⁾。日本でも、除草剤を使用せずに飼料畑の強害外来雑草を防除するため、火炎除草機の開発が試みられている¹⁶⁾。今後、アサガオ類の蔓延する圃場において、火炎除草機の利用と湛水処理を組み合わせることにより、アサガオ類を効果的に防除できる可能性がある。しかし、火炎除草の問題点として、多量の化石燃料を消費すること³⁾ や、農業にとって有益となる昆虫類を減少させる可能性¹⁰⁾ が指摘されている。このため、アサガオ類の発生状況を的確に把握し、発生圃場に対してのみ火炎除草機を使用し、未発生の圃場や畦

畔、休耕地は昆虫類の生息地として保全するなど、適切な管理を考えてゆく必要があるだろう。

謝 辞

本研究を行うにあたり、御助言をいただいた静岡県農林技術研究所の稲垣栄洋氏、発芽試験等で御協力をいただいた静岡大学農学部生態学研究室の鈴木智子氏、加藤圭斗氏に心より感謝いたします。

引用文献

- 1) 浅井元朗 2005. 温暖地転作畑における最近の雑草問題—その背景と今後の課題. 関東雑草研究会報 16, 18-23.
- 2) Ascard, J 1995. Effects of flame weeding on weed species at different developmental stages. *Weed Research*. 35, 397-411.
- 3) Ascard, J 1998. Comparison of flaming and infrared radiation techniques for thermal weed control. *Weed Research*. 38, 69-76.
- 4) Baskin, C.C. and J.M. Baskin 1998. Seeds — ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination —. Academic Press, San Diego, pp. 101-132.
- 5) Egley, G.H. and J.M. Chandler 1983. Longevity of weed seeds after 5.5 years in the Stoneville 50-year buried-seed study. *Weed Science*. 31, 264-270.
- 6) Elmore, C.D., H.R. Hurst and D.F. Austin 1990. Biology and control of morningglories (*Ipomoea* spp.). *Reviews of Weed Science*. 5, 83-114.
- 7) Gealy, D 1998. Differential response of palmleaf morningglory (*Ipomoea wrightii*) and pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) to flooding. *Weed Science*. 46, 217-224.
- 8) Gomes, L.F., J.M. Chandler and C.E. Vaughan 1978. Aspects of germination, emergence, and seed production of three *Ipomoea* taxa. *Weed Science*. 26, 245-248.
- 9) Hartnett, D.C. and D.R. Richardson 1989. Population biology of *Bonamia grandiflora* (Convolvulaceae): Effects of fire on plant and seed bank dynamics. *American Journal of Botany*. 76, 361-369.
- 10) Hatcher, P.E. and B. Melander 2003. Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Research*. 43, 303-322.
- 11) 平岩確・濱田千裕・林元樹 2005. 愛知県水田転

- 作ダイズほ場における帰化アサガオ類の発生状況. 雑草研究 50 (別), 50-51.
- 12) Horton, J.S. and C.J. Kraebel 1955. Development of vegetation after fire in the chamise chaparral of southern California. *Ecology*. **36**, 244-262.
- 13) 木田揚一 2006. 静岡県中遠地域の集団転作圃場 (豊住団地) における雑草の発生動向. 第7回畑作雑草研究会, 3-4.
- 14) Moore, J., L. Sandiford, L. Austen and G. Poulsh 2006. Controlling gorse seed banks. 15th Australian Weeds Conference Proceedings: managing weeds in a changing climate. 283-286.
- 15) Teketay, D 1996. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. *Forest Ecology and Management*. **80**, 209-223.
- 16) 浦川修司・出口裕二 1996. ロータリ付き圃場ヒータによる火炎除草. 平成7年度 研究成果情報 生産環境・畜産一草地 (関東東海農業), 237-238.

Seeds of exotic morningglories can be completely killed by torching and subsequent water immersion

Minoru Ichihara^{***}, Sayaka Wada^{*}, Masayuki Yamashita^{*}, Hitoshi Sawada^{*}, Yoichi Kida^{***} and Motoaki Asai^{****}

Summary

The effects of dry heat and torching on seed germination in exotic morningglories (*Ipomoea triloba*, *I. lacunosa*, *I. purpurea*, *I. hederacea* var. *integriuscula*, *I. coccinea*) were investigated; we also studied seed survival after torching and subsequent immersion in water. When seeds were dry-heated at 80°C for 30 minutes, germination was 21.1~97.8%. Germination rates after this treatment were low for *I. lacunosa* and *I. purpurea*

(21.1% and 47.8%, respectively), but much higher in the other 3 species (72.2~97.8%). When the seeds were torched for 3 seconds, all five species exhibited almost complete germination (94.4~100.0%). The seeds of the five morningglories were completely killed by water immersion for two months following torching. These findings suggest that by flooding fields with water following burning of the soil surface after seed dispersal it is possible to effectively manage *Ipomoea* species.

Keywords: exotic morningglories, physical dormancy, dry heat, flaming, flooding

^{*}Faculty of Agriculture, Shizuoka University
w7612001@ipc.shizuoka.ac.jp (Minoru Ichihara)

^{**}The United Graduate School of Agricultural Science, Gifu University

^{***}Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry

^{****}National Agricultural Research Center