

コナギ (*Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*) の出芽に対する 肥料成分の影響*

飯野文子**・齋藤瑛子**・楠本 大**・米山弘一**・竹内安智**

キーワード: コナギ, 出芽促進, 肥料成分, 窒素肥料, アンモニア態窒素

Keywords: *Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*, promotion of emergence, fertilizers, nitrogenous fertilizers, ammonium-nitrogen

緒 言

コナギ (*Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*) は水田における主要雑草の一つ¹⁾で, 地上部の窒素含有率が水稲と比較してほぼ2倍にのぼり¹⁾, 他の植物に比べ窒素吸収力が大きい²⁾。コナギの水田での雑草害は, 主に水稲との肥料養分の競合によるものである¹⁾。

水田に発生する雑草の種類と消長は, イネの作付け前に施用される肥料による影響も受けるものと考えられる。いくつかの植物では, 窒素肥料が種子発芽に影響することが報告されている。硝酸態窒素は多くの草種の休眠を覚醒し, 発芽を促進することが報告されているが^{3,11)}, アンモニア態窒素も草種によって同様の作用を有することが報告されている^{3,10)}。例えば, 硝酸塩は暗条件下で *Amaranthus albus*, *Setaria glauca*, *Phleum pratense*あるいは *Echinochloa crus-galli* 種子の発芽を, アンモニウム塩は *Barbarea vulgaris* あるいは *B. verna* 種子の発芽をそれぞれ促進したとされている⁶⁾。また, 尿素肥料は植物の種子発芽や初期成長を抑制することが知られている³⁾。しかし, 窒素肥料を施用した場合の湛水土壤下における植物の出芽に及ぼす影響についての報告は見当たらない。本研究では, コナギの出芽に及ぼす各種肥料成分の影響について検討した。

材料および方法

実験に用いたコナギ種子は, 2003年11月に宇都宮大学農学部附属農場の水田から採取した。種子は採取後, 休眠覚醒のために湛水4℃下に2カ月間置き, その後風乾して4℃下で保存した。なお, 供試種子は1cmの深さに湛水した管瓶中で26℃, 光存在下で7日培養したところ, 85%以上の発芽率を示したことから, 一次休眠は覚醒して環境休眠状態にあった。

実験は, 2004年12月から2005年2月に宇都宮大学雑草科学研究センターのガラス室において, 4反復(無肥料区のコントロールは8反復)で行った。ポット(直径11cm×深さ11cm)に代かき状態の水田土壌(洪積火山灰土)を深さ7cm程度充填した後, 土壌表面に(NH₄)₂CO₃, (NH₄)₂SO₄, NH₄Cl, NH₄NO₃, KNO₃およびNaNO₃はNとして, K₃PO₄, Na₂HPO₄およびNaH₂PO₄はPとして, K₂SO₄およびKClはKとして, CaCO₃およびCaCl₂·2H₂OはCaとして, MgSO₄はMgとしてそれぞれ10a当たり3kgおよび10kgに, またFeSO₄およびFeCl₃はFeとして10a当たり0.3kgおよび1kgとなるように施用して, 上部3cm程度の土壌と良く混和させた。次いで未殺菌のコナギ種子を土壌表層に30粒ずつ播種し, 湛水深を3cmに保ちながら育成した。播種15, 29および43日後に出芽本数を調査した。この時, 第1葉期以上の個体を出芽とみなした。

次に, 窒素の形態による出芽への影響を調査するため, 前実験で使用した窒素肥料にさらに石灰窒素(CaCN₂)を加え実験を行った。実験は, 2005年6月に宇都宮大学雑草科学研究センターの戸外において, 5反復(コントロールは8反復)で行った。このときのポットの水温は12~34℃であった。(NH₄)₂CO₃, (NH₄)₂SO₄, NH₄Cl, NH₄NO₃, KNO₃, NaNO₃およびCaCN₂はいずれもNとして10a当たり3kgとなるように土壌混和処理して, 前実験と同様にコナギを播種して育成した。播種5日後および14日後に出芽本数を調

*本研究は科学研究費, 基盤(B)15380012, 「ミズアオイ科水田雑草の発芽に及ぼすイネの促進作用の解析(代表者 竹内安智)」の助成を受けた。

**宇都宮大学雑草科学研究センター
〒321-8505 栃木県宇都宮市峰町350
takeuchi@cc.utsunomiya-u.ac.jp
(2006年3月20日受付, 2006年10月8日受理)

査した。

結果および考察

本実験では未殺菌のコナギ種子を使用した。殺菌によって種皮が付傷を受ける可能性があること、またコナギ種子の発芽に微生物の関わりが示唆されていることによる⁹⁾。各種肥料成分がコナギの出芽に及ぼす影響を第1表に示した。播種15日後において、

(NH₂)₂COおよび(NH₄)₂SO₄は3kgおよび10kg施肥で、NH₄Clは3kg施肥のみで、またNaH₂PO₄は10kg施肥のみで出芽が確認された。この時、コントロールを含め、その他の肥料成分で出芽は認められなかった。29日後では、コントロールは約9%の出芽率であったが、(NH₂)₂COを3kgおよび10kg、(NH₄)₂SO₄を3kgおよび10kg、NH₄Clを3kg、NH₄NO₃を3kg施肥した場合に、コントロールよりも高い出芽率を示し

第1表 各種肥料成分がコナギの出芽に及ぼす影響

	施肥量 (kg/10a)	出芽率(%)*			
		15日目	29日目	43日目	
control		0	a**	9.2± 1.9 a	12.1± 2.1 a
(NH ₂) ₂ CO	3	41.7±10.3	b	50.8±14.4 cd	51.7±14.3 c
	10	42.5± 7.5	b	62.2± 5.1 d	31.7± 7.9 abc
(NH ₄) ₂ SO ₄	3	5.8± 3.4	a	37.5± 6.3 bcd	45.8± 5.5 bc
	10	1.7± 1.0	a	21.7± 4.4 ab	33.3± 2.7 abc
NH ₄ Cl	3	3.3± 2.4	a	27.5±14.7 abc	34.2±11.4 abc
	10	0	a	12.5± 4.8 ab	27.5± 6.7 abc
NH ₄ NO ₃	3	0	a	24.2±11.8 abc	32.5±14.0 abc
	10	0	a	8.3± 2.9 a	15.8± 3.2 ab
KNO ₃	3	0	a	4.2± 1.6 a	25.8± 9.8 abc
	10	0	a	2.5± 0.8 a	15.0± 5.0 ab
NaNO ₃	3	0	a	1.7± 1.7 a	11.7± 6.7 a
	10	0	a	7.5± 2.1 a	10.0± 3.3 a
K ₃ PO ₄	3	0	a	11.7± 7.3 ab	14.2± 7.1 ab
	10	0	a	11.7± 1.7 ab	11.7± 1.7 a
Na ₂ HPO ₄	3	0	a	4.2± 2.5 a	8.3± 4.4 a
	10	0	a	2.5± 1.6 a	5.8± 1.6 a
NaH ₂ PO ₄	3	0	a	8.3± 2.9 a	13.3± 4.1 ab
	10	1.7± 1.7	a	9.2± 6.0 ab	15.0± 4.2 ab
K ₂ SO ₄	3	0	a	8.3± 2.9 a	21.7± 9.1 abc
	10	0	a	5.0± 1.0 a	15.0± 1.7 ab
KCl	3	0	a	4.2± 2.1 a	10.8± 2.8 a
	10	0	a	5.8± 3.7 a	8.3± 2.9 a
CaCO ₃	3	0	a	7.5± 2.1 a	7.5± 2.1 a
	10	0	a	5.8± 2.5 a	5.8± 2.5 a
CaCl ₂ · 2H ₂ O	3	0	a	5.8± 2.5 a	10.0± 3.0 a
	10	0	a	1.7± 1.7 a	2.5± 1.6 a
MgSO ₄	3	0	a	6.7± 3.0 a	6.7± 3.0 a
	10	0	a	6.7± 3.0 a	5.8± 3.7 a
FeSO ₄	3	0	a	12.2± 3.8 ab	21.7± 9.1 abc
	1	0	a	7.5± 2.5 a	12.5± 1.6 a
FeCl ₃	0.3	0	a	5.0± 1.0 a	5.8± 1.6 a
	1	0	a	3.3± 1.4 a	4.2± 0.8 a

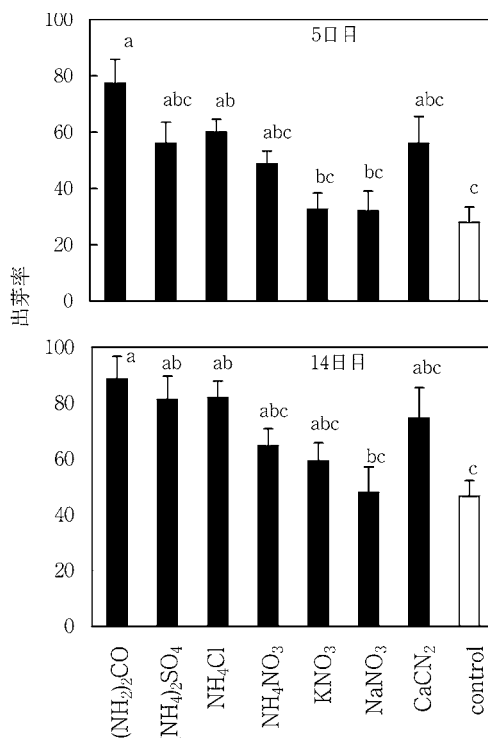
*平均±標準誤差

**同一アルファベットを付した数値の間には有意な差がないことを示す (Tukey-Kramer's test, $p<0.05$)

た。また、43日後においても $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4Cl あるいは NH_4NO_3 を施用した場合に出芽率が高くなる傾向がみられた。これらのことから、コナギの出芽に対して窒素肥料は $(\text{NH}_2)_2\text{CO} > (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 > \text{NH}_4\text{Cl} > \text{NH}_4\text{NO}_3$ の順に促進する傾向がみられた。一方、 KNO_3 、 NaNO_3 、 K_3PO_4 、 Na_2HPO_4 、 NaH_2PO_4 、 K_2SO_4 、 KCl 、 CaCO_3 、 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 MgSO_4 、 FeSO_4 あるいは FeCl_3 は、コナギの出芽に対して促進作用がないか、あるいは阻害作用を示した。

次に、窒素形態の違いがコナギの出芽に及ぼす影響を第1図に示した。コントロールは、播種5日後に30%弱の出芽率となり、14日後になると約50%の出芽率を示した。一方、 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ は5日後において約80%の出芽率に達した。 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4Cl および NH_4NO_3 については、5日後に50～60%の出芽率を示したが、14日後になると出芽率は80%を超えていた。 KNO_3 は、5日後においてコントロールとの差は認められなかったが、14日後ではコントロールと比較して10%程度出芽率が高かった。 NaNO_3 は、5日後および14日後ともにコントロールと同程度の出芽率となり、出芽に対する影響は明確ではなかった。 CaCN_2 は、5日後において $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ あるいは NH_4Cl と同程度の出芽率を示した。以上の結果より、出芽率に対する肥料を高い順に並べると、 $(\text{NH}_2)_2\text{CO} > \text{NH}_4\text{Cl} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 > \text{CaCN}_2 > \text{NH}_4\text{NO}_3 > \text{KNO}_3 > \text{NaNO}_3$ となり、これを窒素の形態でみると、尿素、アンモニア、シアナミド、アンモニア・硝酸、硝酸の順となった。 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ は、土壤中で尿素分解菌によりアンモニア態窒素に分解されることが知られており、また CaCN_2 においては加水分解により H_2CN_2 と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に分かれ、 H_2CN_2 の一部は接触作用により $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ に変化し、さらにアンモニア態窒素に分解される。このようなことから、高い出芽率を示した尿素とシアナミドは、共通してアンモニア態窒素へと分解され、それらがコナギの出芽を促進した可能性が考えられた。

以上のことをまとめると、コナギの出芽は、供試した肥料成分のうち窒素成分によって最も促進されたが、その要因としてアンモニア態窒素による影響が示唆された。しかし、コナギ種子に対して尿素とシアナミドはそれ自身でも出芽促進作用を有する可能性もあり、さらなる検討が必要である。なお、 CaCN_2 が示すヒエ属種子に対する休眠覚醒と出芽促進作用はシアナミドによることが明らかにされている⁷⁾。



第1図 窒素肥料がコナギの出芽に及ぼす影響
バーは標準誤差、同一アルファベットの付した数値の間には有意な差がないことを示す (Tukey-Kramer's test, $p < 0.05$)。

引用文献

- 1) 荒井正雄・川嶋良一 1956. 水稲栽培における雑草害の生態的研究 I・II. 日作紀 **25**, 115-119.
- 2) Bremner, J.M. and M.J. Krogmeier 1989. Evidence that the adverse effect of urea fertilizer on seed germination in soil is due to ammonia formed through hydrolysis of urea by soil urease. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA. **86**, 8185-8188.
- 3) Cairns A.L.P. and O.T. de Villiers 1986. Breaking dormancy of *Avena fatua* L. seeds by treatment with ammonia. Weed Research **26**, 191-197.
- 4) Goudey, J.S., H.S. Saini and M.S. Spencer 1988. Role of nitrate in regulating germination of *Sinapsis arvensis* L. (wild mustard). Plant, Cell and Environment, **11**, 9-12.
- 5) 半田裕美・横田孝雄・米山弘一・竹内安智 2006. 無菌条件がコナギ (*Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*) 種子の発芽に与える影響. 雑草研究 **51** (別), 170-171.
- 6) Hendricks, S.B. and R.B. Taylorson 1974. Promotion

- of seed germination by nitrate, nitrite, hydroxylamine, and ammonium salts. *Plant Physiology* **54**, 304-309.
- 7) Ishida, R. and Y. Yamasue. 2000. Calcium cyanamide fertilizer : can be utilized for ecological control against barnyardgrass ? Proceedings of International Workshop on Biology and Management of Noxious Weeds for Sustainable and Labor Saving Rice Production. Tsukuba, pp. 64-71.
- 8) 梶木信幸・中村 拓 1984. 水田雑草の養分吸収特性の草種間差. 雑草研究 **29**, 147-152.
- 9) 森田弘彦 1994. 主要強害雑草の種類と生態 (1) 一年生雑草. 草薙得一・近内誠登・芝山秀次郎 編「雑草管理ハンドブック」, 朝倉書店, 東京, pp. 138-144.
- 10) Teasdale, J.R. and P. Pillai 2005. Contribution of ammonium to stimulation of smooth pigweed (*Amaranthus hybridus* L.) germination by extracts of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) residue. *Weed Biology and Management* **5**, 19-25.
- 11) Vincent E.M. and E.H. Roberts 1977. The interaction of light, nitrate and alternating temperature in promoting the germination of dormant seeds of common weed species. *Seed Science and Technology* **5**, 659-670.