絶滅危惧種コギシギシ (*Rumex nipponicus* Franch. et Savat.) の瘦果形態ならびに発芽特性

與猶久恵¹⁾・内田泰三^{*2)}・荒瀬輝夫³⁾・早坂大亮⁴⁾

1) 九州産業大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Kyushu Sangyo University

2) 九州産業大学工学部 Faculty of Engineering, Kyushu Sangyo University

3) 信州大学農学部 Faculty of Agriculture, Shinshu University

4) 近畿大学農学部 Faculty of Agriculture, Kinki University

摘要: 本研究では、絶滅危惧種コギシギシの保護あるいは保全に資する基礎的知見を得ることを目的とした。ここでは、コギシギシ瘦果の外部形態ならびに発芽特性について検討を行った。後者においては、高-低温湿層処理ならびに乾燥暗所処理が発芽に及ぼす影響から考察した。その結果、コギシギシの瘦果は、3枚の花被片からなり、それぞれの縁に長い刺を有する点に特徴づけられ、エゾノギシギシの瘦果に近い形態にあると考えられた。しかし、それぞれの花被片に粒体が付属する点はエゾノギシギシと異なった。一方、高-低温湿層処理ならびに乾燥暗所処理が発芽に及ぼす影響は認められず、瘦果の生理的休眠は浅いものと推察された。

キーワード: 瘦果形態, 乾燥暗所処理, 絶滅危惧種, 発芽特性, コギシギシ, 湿層処理

YONAO, Hisae, UCHIDA, Taizo, ARASE, Teruo and HAYASAKA Daisuke: **Morphological characteristics and germination traits of achene in *Rumex nipponicus* Franch. et Savat., endangered species.**

Abstract: Several experiments were carried out to investigate morphology and germination trait of achene in *Rumex nipponicus*, endangered species, for understanding basic characteristics of this species for its conservation. In our experiments on the germination trait, stratification (low and/or high temperature) and dry-dark treatment were performed; *R. nipponicus* achene consists of three pieces of perianth with long spines in their edge like *R. obtusifolius*. However, the former possesses a protuberance in each perianth unlike the latter, which has just one in total. On the other hand, achene of *R. nipponicus* would not be likely to have deep dormancy because, for instance, the effects of stratification and dry-dark treatment on their germination were not indicated.

Key words: achene morphology, dry-dark treatment, endangered species, germination trait, *Rumex nipponicus*, stratification treatment

1. はじめに

わが国では、生物多様性条約への締結を機に、同条約の国内での円滑な実施の確保に向けて 1995 年に生物多様性国家戦略が、また、2002 年および 2007 年にはそれぞれ第二次生物多様性国家戦略、第三次生物多様性国家戦略が策定され、翌 2008 年には生物多様性基本法が公布・施行されている²²⁾。さらに、2010 年には生物多様性国家戦略 2010 が、直近の 2012 年には生物多様性国家戦略 2012-2020 が閣議決定されるなど、生物多様性保全に向けた動きが著しく、絶滅の恐れのある種の保護・保全を図っていく必要が高まっている。絶滅の恐れのある種の保護・保全に向けては、レッドリストを作成・公表するとともに、これを基にしたレッドデータブック (RDB) が刊行されている。

このような背景の中で、環境省版をはじめ福岡県・大分県・鹿児島県版等のレッドデータブックにおいて、絶滅危惧Ⅱ類に指定されるコギシギシ (*Rumex nipponicus* Franch. et Savat.) が福岡市の水田で発見され、さらに同地は、全国最大級の群生地として注目されている¹⁹⁾。コギシギシが位置するギシギシ属には十数種が含まれ、なかでもギシギシ (*Rumex japonicus* Houtt.) やエゾノギシギシ (*Rumex obtusifolius* L.) 等は、強害雑草として認知され、様々な研究が古くから行われてきた^{5, 6, 11-14, 17, 18)}。

しかし、コギシギシの生理生態については明らかにされていない。そこで本研究では、絶滅の危機の一途をたどっているコギシギシの保護および保全に資する知見を得ることを目的に、その基礎として瘦果の外部形態ならびに発芽特性について検討を行った。

* 連絡先著者 (Corresponding author) : E-mail : E-mail : uchida@ip.kyusan-u.ac.jp

2. 材料ならびに方法

2.1 学名表記

近年, コギシギシの学名には *Rumex nipponicus* Franch. et Savat. に代わり, *Rumex dentatus* L. subsp. *klotzchianus* (Meisn.) Rech. f. が使用されつつある。これは, 日本に分布するコギシギシがアフガニスタンから中国にかけて分布する *Rumex dentatus* L. subsp. *klotzchianus* (Meisn.) Rech. f. と形態的に全く区別できないとする報告²¹⁾に基づくものとする。しかし, これに関する詳細については, 現段階では明らかでない。よって本研究では, コギシギシを従来までの独立種ととらえ, *Rumex nipponicus* Franch. et Savat. を採用した。

2.2 試料

2.2.1 対象地概要

対象地は福岡市東区に位置し, 同地は毎年 6 月上旬から 9 月下旬まで水田に利用されている。なお, 7 月上旬から 8 月上旬までの約 6 週間は湛水条件にある。

コギシギシは, 8 月上旬の落水後から発芽を開始し, これらの実生はロゼットで越冬する(未発表)。また, 翌年 2 月下旬から新たな発芽個体が生じ, 4 月上旬に開花が, 5 月中旬には結実が確認されるが, 6 月上旬からの水田利用によって姿をけす。

なお, 対象地近隣では, 同属のうちアレチギシギシ(*Rumex conglomeratus* Murray), ナガバギシギシ(*Rumex crispus* L.) およびスイバ(*Rumex acetosa* L.) の 3 種が自生し, 対象地には後者 2 種もいくらかみられる。

2.2.2 試料採取

対象地が水田に利用される直前, 任意のコギシギシ 57 個体から瘦果を採取した。その過程においては, 花序をビニール袋で覆い, 花序を揺らして袋中に瘦果を落下させることで得た。

これらの瘦果は, 特定の個体に偏ることがないようによく混合した後, 以下の試験に供した。

2.3 瘦果形態

6 粒の瘦果を花被片と種子に分解し, スキャナ (EPSON GT-9300UF) で画像を取込んだ (画像解像度 800dpi, RGB カラーモード)。取込んだ画像は, 画像解析ソフト (Motic Images Plus 2.0S) を用いて花被長 (a), 花被幅 (b), 刺数 (c), 粒体長 (d), 粒体幅 (e), 萼長 (f), 種子長 (g) および種子幅 (h) を計測した (写真-1)。

ナガバギシギシ瘦果は 3 枚の花被片からなり, また, それらには形態的に顕著な差異があることが知られている^{15, 16)}。筆者らは, 上記した花被片と種子の分解において, コギシギシ瘦果についても花被片は 3 枚からなることを観察した。よって本報では, ナガバギシギシと同様, コギシギシにおいても各花被片に形態的な差異があるのかを確認するため, 3 枚のそれぞれについて測定を行った。

写真-1 瘦果 (1) ならびに種子 (2) における計測箇所

Photo 1 Measured part of the achene (1) and its seed (2) of *R. nipponicus* in this experiment

2.4 発芽特性

2.4.1 湿層処理が発芽に及ぼす影響

植物の種子には, 野外において休眠をもつ場合がある。そこでコギシギシにおいても休眠をもっているのか, また休眠をもっている場合にはどのように解除されるのかを把握するため, 瘦果に対して高低温湿層処理および低温湿層処理を行った。高低温湿層処理は, 蒸留水に浸した瘦果を 25°C に設定したインキュベータに暗条件で 6 週間設置後, 続けて 5°C に設定したインキュベータに暗条件で 12 週間設置した。低温湿層処理は, 蒸留水に浸した瘦果を 5°C に設定したインキュベータに暗条件で 12 週間設置した。

以上の処理を施した瘦果は, 濾紙 (Whatman No.1) を 3 枚敷いた直径 90 mm の滅菌シャーレ (旭硝子株式会社, SH90-20) に 30 粒置床後, 蒸留水を 15 ml 加えてシャーレの周囲をパラフィルム (Pacific Star Corporation; All-purpose laboratory film) で密閉した。これらは, 5-15°C, 10-20°C および 15-25°C の変温条件に 60 日間設置した (6 反復)。なお, 低温時は暗条件で 18 時間 (夜) とし, 高温時は明条件 (白色 (4200 K) 蛍光灯 18 W×4 本: 7,500-8,000 Lux) で 6 時間 (昼) とした。

比較対照として, 無処理の瘦果についても同様の手順で試験を行った。

なお, 高低温湿層処理は夏期の水田ならびに冬期を模しており, 低温湿層処理は冬期のみを意図している。また, 変温条件および明暗条件の温度域ならびに時間は, 試料採取地においてコギシギシの発芽から結実まで一連の生育ステージが観察される 2 月から 5 月の平均気温ならびに日照時間から算出した。すべての実験において同時に発芽試験を行うため, 各処理を行うまで瘦果は暗所に設置したデシケータに保存した (乾燥暗所処理)。

得られたデータから, 最終発芽率 (F), 発芽開始日数 (S) および発芽速度 (R) を以下の要領で算出した。

表-1 瘦果の外部形態

Table 1 Achene morphology of *R. nipponicus*

	花被長 ¹⁾ (mm)	花被幅 (mm)	刺数 (対)	花被比 ²⁾	粒体長 (mm)	粒体幅 (mm)	粒体比 ³⁾	種子長 (mm)	種子幅 (mm)	種子比 ⁴⁾	萼長 (mm)
	4.43±0.17	2.28±0.19	3.67±0.21	1.96±0.15	2.41±0.16	1.20±0.15	2.03±0.22	2.23±0.03	1.49±0.08	1.50±0.10	1.77±0.14
Min.	4.06±0.28 a	2.12±0.21 a	4.00±0.63 b	1.93±0.17 a	2.20±0.20 a	1.12±0.13 a	1.97±0.19 a	—	—	—	—
Mid.	4.43±0.13 b	2.23±0.26 ab	3.83±0.41 ab	2.01±0.24 a	2.31±0.13 a	1.13±0.18 a	2.07±0.26 a	—	—	—	—
Max.	4.79±0.17 c	2.50±0.23 b	3.17±0.41 a	1.93±0.25 a	2.71±0.21 b	1.34±0.18 a	2.06±0.29 a	—	—	—	—
<i>p</i> -value	<0.001	0.032	0.025	0.767	0.001	0.060	0.775	—	—	—	—

¹⁾ 写真-1ならびに2を参照

²⁾ 花被長/花被幅

³⁾ 粒体長/粒体幅

⁴⁾ 種子長/種子幅

異なるアルファベット間に有意差有り(一元配置分散分析+Bonferroni法)

最終発芽率 (F) : 60 日目における発芽数の割合 (%)
発芽開始日数 (S) : 最終発芽率の 1/6 に達するまでの時間 (日)
発芽速度 (R) : 最終発芽率の 1/6 から 5/6 に達するまでの増加率 (%/日)

2.4.2 乾燥暗所処理が発芽に及ぼす影響

前記 2.4.1 の乾燥暗所処理が, コギシギシ瘦果の発芽に及ぼす影響を検討するため, 暗所に設置したデシケータに 3 ヶ月ならびに 6 ヶ月保存した瘦果を用い, 以下の要領で発芽試験を行った。

直径 90 mm の滅菌シャーレ (旭硝子株式会社, SH90-20) に濾紙 (Whatman No.1) を 3 枚敷き, 濾紙上に瘦果を 30 粒置床後, 蒸留水を 15 ml 加えてシャーレの周囲をパラフィルム (Pacific Star Corporation; All-purpose laboratory film) で密閉した。15-25℃の変温条件とし, 上記 2.4.1 と同様, 低温時を暗条件, 高温時を明条件 (白色 (4200 K) 蛍光灯 18 W ×4 本 : 7,500-8,000 Lux) として 60 日間インキュベータに設置した (4 反復)。

また, 比較対照として, 採取直後の瘦果についても同様の手順で試験を行った。

3. 結果

3.1 瘦果形態

コギシギシ瘦果の花被片は 3 枚から構成され, それぞれの花被長ならびに花被幅は, 4.43±0.17 mm, 2.28±0.19 mm であり, 卵形を呈していた (表-1 および写真-2)。花被片は長い刺を有しており, 3.67±0.21 対であった。

また, 各花被片には粒体が付属しており, 粒体長は 2.41±0.16 mm, 粒体幅は 1.20±0.15 mm の長卵形を呈していた。3 枚の花被片のなかには種子が 1 粒含まれており, 種子長 2.23±0.03 mm, 種子幅 1.49±0.08 mm の三稜形であった。萼長は 1.77±0.14 mm であった。なお, 花被長は全て大きさが異なり, 粒体のうち 1 粒はやや大きかった。

写真-2 測定に用いた 6 粒の瘦果

Photo 2 Achene appearance used in this measurement (n=6)

表-2 各処理における発芽特性

Table 2 Germination response to each treatment in *R. nipponicus* achene

		F (%) ¹⁾	S (日) ²⁾	R (% / 日) ³⁾
無処理	5-15℃	80.0± 7.6 a	16.8±1.3 b	4.7± 1.5 a
	10-20℃	100.0± 0.0 b	8.3±1.5 a	4.0± 0.2 a
	15-25℃	95.6±10.9 b	7.7±0.8 a	15.0± 5.6 b
<i>p</i> -value		0.001	<0.001	<0.001
高低温湿層処理	5-15℃	92.2± 3.4 a	14.5±1.2 b	3.6± 0.1 a
	10-20℃	100.0± 0.0 b	8.0±0.6 a	40.7±20.7 b
	15-25℃	100.0± 0.0 b	6.5±1.2 a	37.0±15.2 b
<i>p</i> -value		<0.001	<0.001	0.001
低温湿層処理	5-15℃	83.3±12.1 a	17.0±0.9 b	5.2± 1.3 a
	10-20℃	100.0± 0.0 b	8.8±0.4 a	44.4±17.2 b
	15-25℃	100.0± 0.0 b	8.0±3.0 a	4.6± 0.8 a
<i>p</i> -value		0.015	<0.001	<0.001

¹⁾ 最終発芽率

²⁾ 発芽開始日数

³⁾ 発芽速度

異なるアルファベット間に有意差有り(一元配置分散分析+Bonferroni法)

図-1 瘦果の乾燥暗所処理が発芽率に及ぼす影響
エラーバーは標準偏差を示す

Fig. 1 Effect of dark and dry condition on germination of *R. nipponicus* achene
Error bar shows the SD of four replicates

3.2 発芽特性

3.2.1 湿層処理が発芽に及ぼす影響

無処理において、最終発芽率 (F) は 10-20°C で 100.0%, 15-25°C では 95.6% と両者に差異はみられなかった (表-2)。

一方、5-15°C は 80.0% と高い発芽率を示したが、10-20°C および 15-25°C と比較して有意に低かった。

また、発芽開始日数 (S) においても 10-20°C および 15-25°C でそれぞれ 8.3 日、7.7 日と有意な差異は認められないが、5-15°C では 16.8 日と有意に遅かった。

以上の傾向は、高低温湿層処理ならびに低温湿層処理においても同様であった。なお、発芽速度 (R) について明瞭な関係は見出せなかった。

3.2.2 乾燥暗所処理が発芽に及ぼす影響

すべての処理において発芽が確認された (図-1)。最終発芽率は 3 ヶ月保存および 6 ヶ月保存で 89.1% であった。採取直後の種子では、試験中の機器故障により欠損したが、発芽率はこの時点において、既に約 50% に達しており、他の処理と有意な差異はみられなかった ($p=0.082$)。

4. 考察

4.1 瘦果形態

ギシギシ、ナガバギシギシ、アレチギシギシおよびエゾノギシギシにおいて、瘦果形態に関する報告は少なくない^{1, 2, 8, 15, 16}。これらギシギシ属の瘦果形態において、共通する特徴としては、翼状を呈する 3 枚の花被片から構成されること、同花被片のなかに三稜形の種子が 1 粒含まれることが挙げられよう。また、これらの特徴は、コギシギシにおいても同様

と考えられる (表-1 および写真-2)。

一方、ギシギシおよびナガバギシギシの瘦果は、花被片が広卵形を呈し、縁はそれぞれ低鋸歯および全縁となる^{1, 8, 15}。これに対して、コギシギシの瘦果は、花被片が卵形、縁に長い刺を有する (表-1 および写真-2)。これは、北川⁸が記載するところでもあり、また、エゾノギシギシの瘦果^{1, 2, 8, 15}とよく一致する。

ギシギシおよびナガバギシギシの粒体は、長卵形で 3 枚すべての花被片に付属する。その大きさは前者がすべて等しいのに対して、後者は不揃いになることが知られている^{15, 16}。他方で、エゾノギシギシ^{1, 8, 15}およびコギシギシ (表-1 および写真-2) においても、同様に粒体は長卵形を呈するが、前者は 1 粒のみであり¹⁵、後者はギシギシおよびナガバギシギシと同様に 1 つの瘦果に 3 粒付属する。

なお、コギシギシの粒体は 1 粒のみがその花被長とともにやや大きくなる点は (表-1)、ギシギシおよびナガバギシギシと異なるが^{15, 16}、肉眼での同定においてその差異は明瞭 (有効) でないとする。また、瘦果形態の詳述においては群落間差、個体間差あるいは個体内差 (瘦果の着生部位) など、さらには熟度や結実率の違いも含めて今後の検討が要されるが、一般に、瘦果をはじめとする花器形態は、茎や葉などとは異なり変異が極めて少なく、先の違い (個体内差や結実率など) が肉眼で確認できるような形質の変化にまで影響を及ぼす可能性は低い。よって、コギシギシの同定においては、瘦果の花被片に長い刺を有すること、加えて粒体が 3 粒付属することが他のギシギシ属との大きな相違点になると考えた。

なお、アレチギシギシの瘦果は極めて小さく^{1, 2, 15}、また花被片よりも粒体大きい (あるいは同等) など^{1, 15, 16}、明らかに他のギシギシ属と区別できる。

4.2 発芽特性

種子における休眠の有無を知ることは発芽生態学を考えるうえで極めて重要である。また、そのための発芽試験においては、自然散布体 (野外で通常みられる種子: 果実・外穎・内穎等を除去しない状態) を用いることが重要である。これらの概念は、発芽生態学で著名な Baskin³ がつよく述べているところでもある。また、種子の発芽特性を知るうえでは、野外で経験しない条件 (硫酸・硝酸塩・煙・光・温度など) を種子に適用することは安全でないとしている³。つまり、野外で経験する環境を可能な限り忠実に再現することが、発芽特性を知るうえでは重要といえよう。よって本研究では、種子に代わって瘦果を用いることとし、さらに現地に対応した各種条件 (温度・日照時間・高低温湿層処理・低温湿層処理) に可能な限り配慮することでコギシギシ瘦果の発芽特性について検討した。得られた知見は次のようにまとめられる。

ギシギシ属における種子の発芽特性についての報告は、エゾノギシギシに概ね限られるが、幅広い温度域において高い発芽率を示すとされている^{11, 18, 20}。本研究では、最も低温域

にあたる 5-15℃において、他の温度域（10-20℃および 15-25℃）と比較して発芽率が有意に低くなったが（表-2: 無処理）、同発芽率は 80.0%であり他のギシギシ属と同様、コギシギシにおいても幅広い温度域で高い発芽率を有すると考えられた。

また、エゾノギシギシの種子に生理的休眠があることが報告されている^{11-14, 18)}。本研究において、瘦果における湿層処理の影響は認められなかった（表-2）。さらに、同湿層処理の試験を実施する際、一部の処理（無処理および低温湿層処理）では瘦果が乾燥暗所の状態にさらされるが、このような乾燥暗所が発芽に及ぼす影響もみられなかった（図-1）。すなわち、コギシギシにおいては、エゾノギシギシとは異なり、瘦果の休眠は浅い、あるいはないと考えられた。これは、試料採取地でみられるコギシギシのフェノロジー（2.2.1）と矛盾しないところでもあろう。

4.3 コギシギシの保全にむけて

ギシギシならびにナガバギシギシは、切断後の地下茎片からの再生が極めてつよい^{5, 6, 10, 17)}。これに対して、手嶋および内田¹⁹⁾は、コギシギシの地下茎が切断に対して極めて弱いことを明らかにし、田畑等に現存するコギシギシは主に種子散布によって更新されているものと推察している¹⁹⁾。本研究では、コギシギシにおいて高い発芽率が得られ（表-2 および図-1）、上記の推察を概ね支持するものと考えられる。

一方、本論において、コギシギシの瘦果は、休眠が浅い、あるいは休眠をもたないことが示唆されたことは既述のとおりである。これは、コギシギシが埋土種子集団として永続することが困難であることを同時に意味する。

つまり、これまでに確認・報告されている田畑等のコギシギシは、種子とくに前年に生産されたものによると考える。さらに、何らかの要因によって種子生産が妨げられた場合、その後コギシギシが存続することは厳しいと考えられる。このことが、現在、コギシギシが絶滅危惧種に指定される一つの要因かもしれない。

以上から、本種の保全に向けては、現存する生育地を保護していくことはもちろん、積極的に瘦果を採取し、適切に保存、また、これらから幼苗生産を図っていくことが求められると考える。瘦果の保存に資する報告として、エゾノギシギシやナガバギシギシの種子では、通常の室内環境下において相当年数の保存が可能とされる^{4, 7, 9, 18)}。また、本論では、決して長くはないが、少なくとも乾燥暗所条件下で 6 ヶ月までは保存可能であることが示唆され（図-1）、積極的に瘦果を採取し保存していくことは有用な手段と考える。瘦果からの幼苗生産についても、高い発芽率を鑑みると（表-2 および図-1）その可能性は極めて高い。

謝辞：本研究の実施にあたり、御協力頂いた九州産業大学工学部手嶋浩二ならびに林 正雄の両氏に心から御礼申し上げます。加えて、対象地所有者の松尾昭次氏には、調査許可を

快諾頂くとともに土地利用の聞き取りに終始ご対応頂いた。また、いのちのたび博物館真鍋 徹氏および友の会の皆様には多々ご支援頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 浅野貞夫（1995）原色図鑑芽ばえとたね，全国農村教育教会，pp. 20-21.
- 2) 浅野貞夫・廣田伸七（2002）似た草 80 種の見分け方，全国農村教育教会，pp. 10-11.
- 3) Baskin, C. C., Thompson, K. and Baskin, J. M. (2006) Mistakes in germination ecology and how to avoid them. *Seed Science Research*, 16: 165-168.
- 4) Cavers, P. B. and Harper, J. L. (1964) *Rumex obtusifolius* L. and *R. crispus* L., *Journal of Ecology*, 52: 737-766
- 5) Healy, A. J. (1953) Control of docks. The World's Worst Weeds edited by Holm *et al.* New Zealand Journal of Science and Technology (section A), 34: 473-475.
- 6) Hudson, J. P. (1953) Propagation of plants by root cutting. II. Seasonal fluctuation of capacity to regenerate from roots. *J. Hort. Sci.*, 30: 242-251.
- 7) 川鍋祐夫・押田敏雄・中村英代・向山新一・福山嗣昭（1997）エゾノギシギシの頻度の異なる草地の雑草埋土種子集団の比較，日本草地学会誌，43: 237-242.
- 8) 北川政夫（1982）タデ科，佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亙理俊次・富成忠夫 編，日本の野生植物 草本Ⅱ 離弁花類，平凡社，pp. 14-26.
- 9) 村山三郎・長谷川修・小坂進一（1995）有害雑草エゾノギシギシの生態特性—その発芽に及ぼす種子の年齢・保蔵法の影響，畜産の研究，49: 1089-1092.
- 10) 大竹茂登・栗本省二・滝広徳男（1974）草地雑草エゾノギシギシの発生生態と防除に関する研究—第 2 報 地下部の萌芽特性について，広島県立農業試験場報告，33: 63-66.
- 11) 清水矩宏・田島公一（1974）光反応性牧野草種子の休眠覚醒機構—第 1 報 エゾノギシギシ種子の発芽に対する光と温度の相互効果，日本草地学会誌，20: 138-143.
- 12) 清水矩宏・田島公一（1974）光反応性牧野草種子の休眠覚醒機構—第 2 報 エゾノギシギシ種子の登熟経過と発芽習性，日草誌，20: 144-150.
- 13) 清水矩宏・田島公一（1975）草地雑草エゾノギシギシの登熟過程における種子形成と発芽習性の変化，雑草研究，20: 165-169.
- 14) 清水矩宏・田島公一（1975）光反応性牧野草種子の休眠覚醒機構—Ⅴ. エゾノギシギシの発芽過程における温度・日長条件が種子形成と発芽習性に及ぼす影響，草地試験場研究報告，7: 52-63.
- 15) 清水矩宏・森田弘彦・廣田伸七（2001）日本帰化植物写真図鑑，全国農村教育協会，pp. 20-23.
- 16) 清水建美（2003）日本の帰化植物，平凡社，pp. 47-50.

日緑工誌, J. Jpn. Soc. Reveget. Tech., 39(1), 20-55, (2013)

- 17) 鈴木住夫・伊藤操子・植木邦和 (1984) ギシギシの地下部切断片の再生力について, 雑草研究, 29: 51-54.
- 18) 寺井謙次 (1994) 草地雑草エゾノギシギシの生育地の特徴と発芽特性, 日本作物学会, 東北支部会報, 37: 59-61.
- 19) 手嶋浩二・内田泰三 (2011) 福岡市孤立水田における絶滅危惧種コギシギシの生育環境, 日本造園学会九州支部, 研究・事例報告集, 18: 17-18.
- 20) 安井芳彦・村山三郎・小坂進一 (1990) エゾノギシギシの防除に関する基礎的研究-2. 種子の熟度・温度条件がエゾノギシギシ種子の発芽におよぼす影響, 雑草研究, 講演会講演要旨, 29: 165-166.
- 21) Yonekura, K. (2007) Notes on Polygonaceae in Japan and its adjacent region (1). J. Jpn. Bot., 82: 1-19.
- 22) 環境省自然環境局: 生物多様性センターHP<<http://www.biodic.go.jp/>>, 2013年2月17日参照.
- 23) 総務省行政管理局: 法令データ提供システム<<http://law.e-gov.go.jp/cgi-bin/idxsearch.cgi>>, 2013年2月17日参照.

(2013. 7. 6 受理)