チガヤ草地内のギャップサイズが在来種植栽個体の生育に及ぼす影響—生育型に着目して—

安部真生¹⁾・山田 晋^{*1)}・根本正之¹⁾・大黒俊哉¹⁾

1) 東京大学大学院農学生命科学研究科

Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

摘要: 在来種を植生復元地に植栽する場合、ギャップサイズの差異によって植栽個体の生育が変化すると考えられるが、そのサイズがもたらす影響は植栽種の生育型によっても異なる可能性がある。匍匐茎を水平に広げる種（匍匐茎種）と地上茎を上方に伸ばす種（地上茎種）計5種の在来種を、刈り取り管理されているチガヤ草地内の直径30 cm(大ギャップ)と15 cm(小ギャップ)のギャップに植栽した。匍匐茎種の生育は大ギャップでより良好となったが、地上茎種の生育はそのサイズによる違いがなかった。植栽時の個体サイズが大きいと、地表の光量低下を通して侵入種の発芽が阻害される可能性があり、今後その点の検証も必要である。

キーワード: 苗, レストレーション, ギャップ, 在来種, 半自然草地, 生育型

ABE, Shinha, YAMADA, Susumu, NEMOTO, Masayuki and OKURO, Toshiya: **Influences of gap size on growth of native plants transplanted into an *Imperata cylindrica* grassland: Does growth form matter?**

Abstract: When native species are transplanted to restoration sites, the amount of growth in planted individuals depends on the gap size between plants. The influence of gap size can also be affected by the growth form of the planted species. Five native species, two with procumbent thalli and three with epigeal cotyledons, were transplanted into 15-cm and 30-cm gaps in an *Imperata Cylindrica* grassland. The plants with procumbent thalli grew significantly better in the 30-cm gaps, whereas the plants with epigeal cotyledons grew equally well in 15-cm and 30-cm gaps. There is a need to determine whether the transplants can prevent invasion by other species.

Key words: seedlings, restoration, gap, native species, semi-natural grassland, growth form

1. はじめに

長期にわたる刈り取りや放牧、火入れで管理されてきた半自然草地の一つに、チガヤ（*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv.）が優占するイネ科型草地がある¹⁰⁾。このチガヤ草地は管理の仕方によっては植物種多様性に富む群落となり得るが¹⁰⁾、近年、管理放棄⁵⁾や基盤整備⁶⁾、外来植物の侵入¹¹⁾等による種多様性の低下が問題となっている。

生物多様性の損なわれた草地では、多様性を再現するため、積極的に在来植物種を導入することがある^{1,2,8,9)}。たとえばその手法の一つとして、外来種を抜き取った箇所に在来種の苗を植栽する方法がある¹¹⁾。外来種を抜き取った後にできた裸地（ギャップ）に在来種を導入すると、周辺植生との光や土壌水分、栄養塩をめぐる競争が緩和されることや、相対的に生育空間が広く確保されることにより、導入した外来種の生育が良好になるといわれている⁸⁾。また、在来種を播種するのではなく苗によって導入すると、導入した在来種は生育の初期から急速に裸地を被覆できる可能性が高い⁹⁾。その結果、後から侵入してくる雑草種や外来種の定着を阻害できる可能性がある⁴⁾。

苗を植栽するためのギャップには大小さまざまなサイズを設定しうる。ギャップサイズが十分大きい場合、ギャップに植栽した苗の生育は前述のとおり良好となる。逆に十分大きくない場合は、十分大きい場合と比べて光や土壌水分、栄養塩をめぐる競争が激しくなり、生育空間も早くから狭まるため、苗の生育が悪くなる場合がある⁸⁾。

一方、ギャップサイズの影響は、植栽した種の生育型によっても異なる可能性がある¹²⁾。そこで本研究では、ギャップサイズによる生育への影響が異なることが想定される、2タイプの生育型に着目した。その一は、匍匐茎を持つ低茎種である「匍匐茎タイプ」の種（以下、匍匐茎種）である。このタイプはギャップが十分大きくない場合、光条件が悪くなることや、周囲の植生に匍匐茎の伸長を阻まれることで、前述のとおり生育が悪くなる可能性がある。その二は、高位置でも側枝を広げる中・高茎種である「地上茎タイプ」の種（以下、地上茎種）である。このタイプは草高が高くなるためギャップサイズによる地表面近くの光量の変化の影響を受けにくい。また、高位置でも側枝を広げるため周囲の植生に茎葉の伸長を阻まれにくいことから、ギャップサイズの如何で生育が変化しない可能性がある。

* 連絡先著者 (Corresponding author) : 〒188-0002 東京都西東京市緑町 1-1-1 E-mail : asyama@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

表-1 供試種の採取地，採取した状態および圃場における育成開始時期

Table 1 General description of transplanted species

	匍匐茎種		地上茎種		
	オオジシバリ	オヘビイチゴ	カワラナデシコ	ワレモコウ	ユウガギク
採取地	試験地近辺	試験地近辺	試験地近辺	試験地近辺	田無演習林
採取した状態	苗	種子	種子	種子	種子
圃場における育成開始時期	2014年3月	2013年4月	2013年11月	2013年4月	2013年11月

本研究では，生育型の異なる複数の在来種をチガヤ草地内に形成した異なるサイズのギャップに植栽し，その後の生育状況やギャップの環境条件を追跡することで，外来種を除去した箇所への在来種の植栽による，半自然草地の植物種多様性復元のための基礎的知見を得ることを目的とした。

2. 材料と方法

2.1 試験地

試験は千葉県柏市大室地先，利根川右岸の周囲堤法面（斜面方位：N12°E，傾斜：25°）で行った。本堤防は明治期以前に築堤されたものであり，ススキを含む多くの植物種が生育する，種多様性に富むチガヤ草地が成立している。毎年5月と9月の刈り取り管理によって草地は維持されている。近年は，セイタカアワダチソウやオニウシノケグサ等の外来植物も散在するようになった。

試験を行った2014年の試験地の年平均気温は14.3℃，年降水量は1,554 mm（2014年のアメダス公開データを使用。観測地点は我孫子観測所）であった⁷⁾。2014年9月の刈り取り直前のチガヤの草高は約60 cmであった。その時点の試験地の地上部バイオマスは，チガヤより大きくなるススキを含む区画で320~450 g/m²，ススキを含まない区画で260~320 g/m²であった。2010年に測定した表層20 cmの土壌の化学性は，含水比 50.7~62.8%，pH(H₂O) 6.1，全窒素 0.7~1.1 mg/g，有効態リン酸 50 mg/kg 未満であった³⁾。

2.2 供試種

試験地近辺のチガヤ草地に出現する在来種のうち，匍匐茎種としてオオジシバリ (*Ixeris debilis* A. Gray) とオヘビイチゴ (*Potentilla kleiniana* subsp. *anemonefolia* Murata)，地上茎種としてカワラナデシコ (*Dianthus superbus* L. var. *longicalycinus* (Maxim.) Williams)，ユウガギク (*Aster iinumae* Kitam. ex H. Hara)，ワレモコウ (*Sanguisorba officinalis* L.) を供試した。供試種の苗は原則として，試験地近辺で採取した種子を播種し，数カ月から1年東京大学附属生態調和農学機構で育成したものを用いた。試験地近辺で種子を採取できなかったユウガギクは，東京大学附属田無演習林で採取した種子を播種して育成した。いずれの場所でも種子を入手できなかったオオジシバリは，2014年3月に試験地近辺で自生する苗を採取して用いた。供試種の採取地，採取した状態，圃場における育成開始時期を表-1に示した。

2.3 試験区の設定，ギャップの作成および刈り取り管理

試験区として，堤防の傾斜方向に10 m，傾斜と直角方向

に20 mの方形の範囲を設定した。2014年4月11日に，円形の直径30 cm (706.5 cm²) の「大ギャップ」と，直径15 cm (176.6 cm²) の「小ギャップ」を試験区内に形成した。大ギャップは試験区内にランダムに配置し，小ギャップは環境条件が周囲の植生の草高に大きく影響を受けることが予想されたため，チガヤの被度が高く，出現種の草高にあまりばらつきがないと思われる箇所の中でランダムに配置した。大小全てのギャップどうしは，互いの影響を無視し得る70 cm以上離して配置した。各ギャップでは円形の範囲を深さ15 cm程度掘り，掘り取った土から全植物体を手で取り除いた後に，その土をギャップに戻した。

各ギャップは，供試種を植栽するためのギャップ（以下，植栽ギャップ）と，ギャップ内の環境条件を測定するためいづれの種も植栽しないギャップ（以下，無植栽ギャップ）とした。原則として植栽ギャップは各供試種につき大小各7カ所としたが，ワレモコウは供試個体数が少なかったため，大小各5カ所とした。また無植栽ギャップは大小各7カ所とした。ギャップ形成直後に，各植栽ギャップの中心には，いずれかの供試種1種を1株植栽した。なお，ユウガギクについては，5月に枯死個体が多数発生したため，5月17日に全てのギャップで新たな個体を植栽し直した。

ギャップ内の管理は，灌水については供試種を植栽した直後，および植栽して約3週間後にのみ行った。ギャップ内に侵入した種や，ギャップ内に落下した枯葉等の異物は，試験期間中は除去せずに残した。

表-2 刈り取り，ギャップ形成，供試种植栽と抜き取り，および各種調査日一覧

Table 2 Experimental schedule in the present study

項目	2014年						
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
	日 11	17 25 27 31	10 24	12	16 26	13 20 24 29	
刈り取り		○					○
ギャップ形成	○						
供試种植栽	○ ※						
供試種抜き取り							○
供試種調査項目	生存数，草高，個体の広がり	○	○	○	○	○	○
	乾燥重量						○
	積算光子束密度(測定開始日)	○	○	○			○
	土壌の体積含水率		○	○	○	○	

※：ユウガギクを再植栽

試験区内の植生は、ギャップ内を除き、5月27日と9月29日に、肩掛け式の刈り払い機によって地表から約5 cmの高さで刈り取った。

2.4 調査項目

各供試種の生存個体数、その草高および個体の広がり、の長径と短径は、4月から9月の間、毎月1回記録した。生存個体の地上部と地下部の乾燥重量は、9月の刈り取り直前に抜き取って測定した。

大小無植栽ギャップ各7カ所中4カ所の地表面の中心部と、各供試種の大小植栽ギャップ各7カ所（ワレモコウは5カ所）中4カ所の、ギャップの中心に近い葉の直下の地表面（以下、地表面）、および草冠の上部で積算光量子束密度を測定した。上述箇所の相対光量子束密度を算出するため、群落外でも積算光量子束密度を測定した。積算光量子束密度は、

4月、5月の刈り取り前後および9月の刈り取り前に、感光フィルム（大成イーアンドエル社製、オプトリーフ Y-1W）によって7日間測定した。4月と5月の刈り取り前後のカワラナデシコとユウガギク、および9月の刈り取り前のオオジシバリは個体サイズが小さかったため、それぞれの供試種の茎葉直下の地表面の積算光量子束密度は測定不能であった。

土壌の体積含水率を、大小無植栽ギャップ各7カ所の中心部において測定した。体積含水率は、5月の、直前の一週間以内に降雨があった日、および8月と9月の、直前の1週間以上降雨がなかった日にロッド長12 cmのTDRセンサ（太陽計器社製、スタンドアロン土壌水分計 Hydrosense）を用いて測定した。各調査日は表-2に示したとおりである。

2.5 解析方法

本研究において「広がり」を以下のように定義した。

図-1 各供試種の草高、広がり、の推移および9月24日の地上部と地下部の乾燥重量

生存した全個体数分のデータを示した（各種の生存個体数は表-3 参照）。エラーバーは標準偏差を示す。大小ギャップ間の t 検定の結果：*： $p < 0.05$

Fig. 1 Plant height, lateral spread and dry weight of transplanted species

表-3 供試種の生存率

Table 3 Survival rate of transplanted species

	<i>I. d.</i>	<i>P. k.</i>	<i>D. s.</i>	<i>A. i.</i>	<i>S. o.</i>
大ギャップ	57% (4/7)	86% (6/7)	57% (4/7)	100% (7/7)	100% (5/5)
小ギャップ	57% (4/7)	86% (6/7)	100% (7/7)	100% (7/7)	80% (4/5)

I. d.: オオジシバリ, *P. k.*: オヘビイチゴ, *D. s.*: カワラナデシコ, *A. i.*: ユウガギク, *S. o.*: ワレモコウ。括弧内の数値: 生存個体数/総植栽個体数

$$\text{広がり} = (\text{個体の広がり} \times \text{長径} \times \text{短径}) \times \pi / 4$$

各調査項目の大小ギャップ間の測定値の差異を明らかにするため、Welch の *t* 検定を実施した。広がりについては対数変換後に検定を行った。ギャップの地表面の相対光量子束密度については、無植栽ギャップと各供試種植栽ギャップの間の組み合わせの有意差検定を、Dunnett 法による多重比較を用いて実施した。各検定の有意差水準は $P < 0.05$ とした。統計処理には R ver. 3.1.2 (R Core Team, 2014) を用いた。

3. 結果

3.1 供試種の生育状況

草高は、匍匐茎種については2種とも全期間、大小両ギャップで20 cm 未満だった(図-1)。地上茎種の草高については、9月に大小両ギャップで、カワラナデシコとユウガギク

は40 cm 程度、ワレモコウは60 cm 程度となった。両生育型の全ての種で、全期間をとおして草高に大小ギャップ間で有意差はみられなかった。

広がり、匍匐茎種2種のうちオオジシバリについては、9月は大ギャップの方が小ギャップより有意に大きくなり、大ギャップでは小ギャップの1.4倍となった(図-1)。大小両ギャップの広がり、小ギャップ面積より小さかった。オヘビイチゴについては、8、9月の広がりは大ギャップの方が小ギャップより有意に大きくなり、大ギャップでは小ギャップの約2倍となった。大ギャップの広がり、小ギャップ面積を上回り、小ギャップの広がり、小ギャップ面積より小さかった。地上茎種3種の広がりには、全期間をとおして大小ギャップ間で有意差はみられなかった。

乾燥重量は、匍匐茎種2種のうち、オオジシバリについては地上部、地下部ともに大小ギャップ間で有意差はみられなかった(図-1)。オヘビイチゴの乾燥重量は、地上部、地下部ともに大ギャップの方が小ギャップより有意に大きかった。地上茎種3種の乾燥重量には、地上部、地下部ともに大小ギャップ間で有意差はみられなかった。

9月の生存率は、オオジシバリが大小両ギャップで、カワラナデシコが大ギャップで60%以下だった(表-3)。

3.2 ギャップの環境条件

無植栽ギャップの地表面の相対光量子束密度は、5月の刈り取り前は大ギャップの方が小ギャップより有意に高く、そ

図-2 各供試種植栽ギャップおよび無植栽ギャップ地表面の相対光量子束密度の推移

各供試種の大小植栽ギャップと大小無植栽ギャップ各4カ所で測定。エラーバーは標準偏差を示す。オオジシバリ、カワラナデシコ、ユウガギク植栽ギャップの地表面については、個体サイズが小さく測定不能の時期あり。

Fig. 2 Relative photosynthetic photon flux densities on the surface of the ground of gaps with and without transplants

表-4 無植栽ギャップ地表面の相対光量子束密度の大小ギャップ間の *t* 検定結果

Table 4 Result of *t*-test to determine whether there were differences in the photosynthetic photon flux densities on the surface of the ground between 15-cm and 30-cm gaps containing no transplants

	4/11~18	5/17~24	5/31~6/7	9/13~20
<i>df</i>	11.761	7.110	5.863	4.241
<i>t</i>	1.380	2.881	1.052	-0.984
<i>p</i>	0.193	0.023	0.334	0.378

表-5 各供試種植栽ギャップと無植栽ギャップ地表面間の相対光量子束密度の Dunnett 検定結果 (*p* 値)

Table 5 *P*-values from Dunnett's multiple comparison test of the difference of photosynthetic photon flux densities on the surface of the ground between gaps containing transplants of each species and gaps containing no transplants

		4/11~18	5/17~24	5/31~6/7	9/13~20
大	オオジシバリ	0.304	0.196	0.230	—
ギ	オヘビイチゴ	0.558	0.778	0.214	1.000
ヤ	カワラナデシコ	—	—	—	0.996
ツ	ユウガギク	—	—	—	1.000
プ	ワレモコウ	0.007	0.176	0.628	0.283
小	オオジシバリ	0.248	0.988	0.830	—
ギ	オヘビイチゴ	0.208	0.175	0.091	0.468
ヤ	カワラナデシコ	—	—	—	0.422
ツ	ユウガギク	—	—	—	0.455
プ	ワレモコウ	0.956	1.000	0.265	0.190

表-6 各供試種の草冠の上部における相対光量子束密度の推移

Table 6 Relative photosynthetic photon flux densities on the leaf canopy of transplanted species

	4/11~18		5/17~24		5/31~6/7		9/13~20	
	大ギャップ	小ギャップ	大ギャップ	小ギャップ	大ギャップ	小ギャップ	大ギャップ	小ギャップ
オオジシバリ	91.6±9.4	89.9±15.5	91.2±16.7	75.3±15.6	88.7±13.9	86.7±4.6	16.7±2.7	17.6±1.8
オヘビイチゴ	88.0±8.5	84.1±11.2	76.4±8.3	70.5±16.5	81.5±7.7	79.7±7.0	17.6±5.8	22.0±3.2
カワラナデシコ	91.4±10.9	88.1±10.0	95.7±12.9	66.9±15.4 *	97.1±7.4	80.2±7.2 **	29.8±23.2	22.6±6.6
ユウガギク	—	—	96.6±9.4	66.8±19.9 *	78.0±21.0	84.5±17.4	41.9±18.6	32.0±10.2
ワレモコウ	93.2±15.9	96.2±5.9	81.4±11.0	91.0±16.2	92.1±8.0	94.0±11.4	42.6±7.1	54.0±14.4

各供試種の大小植栽ギャップ各4カ所で測定。各数値：平均±標準偏差。ユウガギクは再植栽後の値のみ示した。大小ギャップ間の t 検定の結果：*： $p<0.05$ ，**： $p<0.01$

れ以外の期間で大小ギャップ間に有意差はみられなかった（図-2，表-4）。9月になると大小両ギャップとも相対光量子束密度は15%程度となり，他の期間の値より低くなった。

各供試種植栽ギャップと無植栽ギャップの地表面の相対光量子束密度を比較すると，4月は大小ギャップにおいてワレモコウ植栽ギャップの地表面の値が50%程度であり，無植栽大ギャップの地表面より有意に低かった（図-2，表-5）。それ以外の期間の値は大小両ギャップで，各供試種植栽ギャップと無植栽ギャップの地表面との間に有意差はみられなかった。9月の各供試種植栽ギャップの地表面の相対光量子束密度は，大小両ギャップで，無植栽ギャップと同様15%程度であった。

供試種の草冠の上部の相対光量子束密度は，5月の刈り取りの前のユウガギク，および5月の刈り取りの前後のカワラナデシコについては，大ギャップの草冠の上部の値が小ギャップの値より有意に高かった（表-6）。それ以外の期間の全ての供試種の草冠の上部の相対光量子束密度に，大小ギャップ間で有意差はみられなかった。

土壌の体積含水率は，4日前に降雨がみられた5月25日の値は，大小ギャップ間で有意差はみられなかった（図-3）。測定前の一週間以上降雨がみられなかった日の土壌の体積含水率は，8月26日，9月20日ともに小ギャップ土壌の体積含水率が大小ギャップより有意に高かった。

4. 考察

4.1 ギャップサイズの差異が植栽個体の生育に及ぼす影響

ギャップサイズの差異が供試種の広がり及ぼす影響は，供試種の生育型によって異なっていた。すなわち，匍匐茎種の広がり試験期間後半に大ギャップの方が小ギャップより有意に大きくなったが，地上茎種は全期間を通して大小ギャップ間で有意差がみられなかった（図-1）。5月の刈り取り直前には，無植栽大ギャップにおける地表面の相対光量子束密度が小ギャップにおけるそれを有意に上回っていたが（図-2，表-4），匍匐茎種2種の，草冠の上部の相対光量子束密度には全期間をとって大小ギャップ間で有意差はみられなかった（表-6）。低茎である匍匐茎種は（図-1），地表面付近に葉が集中して存在するため，地表面の相対光量子束密度

が小ギャップでより低下する時期もあったことが，生育に影響したと考えられる。地上茎種3種のうち，ユウガギクは5月の刈り取り前に，カワラナデシコは5月の刈り取り前後に，草冠の上部の相対光量子束密度が，大ギャップの方が小ギャップより有意に高かったが（表-6），両種とも草高，広がり，乾燥重量には大小ギャップ間で差がなかった（図-1）。5月における各供試種の草冠の上部の相対光量子束密度は，ギャップサイズにかかわらず65%以上と比較的高く，植栽した苗の生育を大きく阻害するものではなかったと考えられる。

匍匐茎種2種のうち，特にオヘビイチゴの8，9月の広がり，大ギャップで小ギャップの約2倍となり，乾燥重量も大ギャップの方が小ギャップより大きかった（図-1）。小ギャップでは周囲の植生に匍匐茎の伸長を阻まれている様子が確認されており，地上部の生育空間を制限されたことも，小ギャップにおいてオヘビイチゴの広がりや乾燥重量が顕著に低下した要因になっているものと推測される。

無植栽ギャップの土壌の体積含水率は，測定前の1週間以上降雨がなかった8月と9月の調査日は，大ギャップの方が小ギャップより低かった（図-3）。これは，既往研究の，ギャップサイズが大きいほど周囲の植生との土壌水分をめぐる競争が緩和されたとする報告とは異なる結果であった⁸⁾。既往研究で扱われた小さいギャップのサイズが直径10 cm以下と，今回扱った小ギャップよりも小さいサイズであり，土壌水分をめぐる競争が激しかったことに起因すると考えられる。本研究では，晴天が続くことによる表層土壌の乾燥がむしろ土壌水分に大きな影響を及ぼしていたものと考えられ

図-3 無植栽ギャップにおける土壌の体積含水率

大小無植栽ギャップ各7カ所で測定。エラーバーは標準偏差を示す。大小ギャップ間の t 検定の結果：*： $p<0.05$ ，**： $p<0.01$

Fig. 3 Soil water content of gaps containing no transplants

る。より乾燥している大ギャップは小ギャップより植栽個体の生育が悪くなる可能性があるが、本試験では匍匐茎種、地上茎種ともにそのような傾向はみられなかった(図-1)。土壌水分が植物種に及ぼす影響は、発芽段階でより大きく¹⁾、本試験における苗の生育への乾燥の影響は小さかったものと考えられる。

チガヤ草地内のギャップには、周囲からチガヤが根茎によって侵入し¹⁰⁾、植栽個体に影響を及ぼす可能性がある。本実験では供試種を9月に引き抜いた際、大小両ギャップでチガヤの侵入が多くは観察されなかったため、その影響は少なかった可能性が高い。ただし、より長期の実験の際にはチガヤの密度が高まる可能性があり、その影響の把握が必要である。

4.2 植栽個体が侵入種の定着を阻害できる可能性

ギャップ内に在来種を植栽した場合、植栽個体が地表面に届く光を遮ることで、後から侵入してくる雑草種や外来種の定着を阻害できる可能性がある⁴⁾。各供試種植栽ギャップと無植栽ギャップの地表面の相対光量子束密度を比較すると、4月にはワレモコウを植栽した大ギャップの地表面の値が無植栽大ギャップの地表面より有意に低く、50%程度であった(図-2、表-5)。ワレモコウは供試種のなかでは植栽までの育成期間が長く(表-1)、比較的大型の苗を移植したことが、光量の低下をもたらしたと考えられる。50%程度の相対光量子束密度は、一部の雑草種の発芽を抑制する可能性のある値である⁴⁾。このことから、植栽する個体のサイズによって侵入種の発芽を抑制できる可能性がある。一方9月は、植栽個体の有無にかかわらずギャップの地表面の相対光量子束密度が15%程度と低かった(図-2)。植栽個体による遮光効果は明瞭でなかったが、ギャップ周囲に生育するチガヤなどの個体によるギャップへの遮光効果がみられたものと考えられる。相対光量子束密度が15%程度であれば少なくとも何種かの侵入種の発芽は抑制可能であり⁴⁾、この時期には植栽個体の有無にかかわらず、ギャップ内での侵入種の発芽は抑制されている可能性が高い。そのため、植栽個体がギャップの地表面を遮光することによる侵入種の発芽抑制効果を期待する必要性は、他の時期に比べれば低いと考えられる。

5. まとめ

本研究で設定したギャップサイズの差異に対して、匍匐茎種は大ギャップほど生育が良好であったが、地上茎種はギャップサイズの影響を受けにくいことが明らかになった。チガヤ草地内のギャップに在来種を植栽する場合、ギャップサイズに対する植栽個体の生育量に関する応答が、植栽した種の生育型によって異なることに配慮するべきである。ただし、本実験は9月の刈り取り直前までしか行われておらず、今後、光環境の変化が予想される刈り取り後の観察も必要である。また、本実験では植栽個体の刈り取りは行っていないため、今後、実際の草地管理を想定し、植栽個体の刈り取りが生育に及ぼす影響も検証する必要がある。

在来種をギャップに植栽することによる侵入種の定着阻害効果についても議論を進めたが、本研究では、ギャップにおける芽生えの調査を実施していないため、今後それを検証することが必要である。また、実際に外来種抜き取り後のギャップに在来種を植栽する実験も必要である。

謝辞：日本すみれ研究会の田淵誠也氏に在来種育成方法を教示頂き、東京大学附属生態調和農学機構の白井美雪・石川祐聖・工藤新司各技術職員に圃場作業の支援を頂いた。東京大学附属田無演習林に種子採取を、国土交通省利根川上流河川事務所守谷出張所に野外試験許可を頂いた。御礼申し上げる。本研究には科研費基盤(B)(#24380016)を使用した。

引用文献

- 1) 安部真生・山田 晋・根本正之 (2014) 河川堤防の張芝緑化地における半自然草地構成種導入手法の検討. 日本緑化工学会誌, 40(1): 14-19.
- 2) Davies, A., Dunnet, N. P. and Kendle, T. (1999) The importance of transplant size and gap width in the botanical enrichment of species-poor grasslands in Britain. *Restoration Ecology*, 7(3): 271-280.
- 3) EFGT 研究会 (2010) ホットスポットにおける堤防機能調査結果. 河川環境管理財団, 21 pp.
- 4) 池田堅太郎・後藤貴文・飛佐 学・下條雅敬・増田泰久 (2003) イヌビエ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) とメヒシバ (*Digitaria adscendens* (H. B. K.) Henr.) の発芽に及ぼす光と温度の影響. 日本草地学会誌, 49(1): 28-32.
- 5) 石田弘明・黒田有寿重・栃本大介・江間 薫 (2013) 兵庫県北部の棚田、放棄棚田、圃場整備水田における畦畔法面草原の生態的特性の比較. 植生学会誌, 30: 51-69.
- 6) 伊藤貴庸・中山祐一郎・山口裕文 (1999) 伝統的畦畔と基盤整備畦畔における植生構造とその変遷過程. 雑草研究, 44(4): 329-340.
- 7) 気象庁. “過去の気象データ検索”. 気象庁ホームページ. <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>(参照: 2015年2月13日).
- 8) Liu, G., Mao, P., Wang, Y. and Han, J. (2008) Effects of adult neighbor and gap size on seedling emergence and early growth of *Bromus inermis* Leyss. *Ecological Research*, 23(1): 197-205.
- 9) Mallik, A. U. and Karim, M. N. (2008) Roadside revegetation with native plants: Experimental seeding and transplanting of stem cutting. *Applied Vegetation Science*, 11: 547-554.
- 10) 根本正之 (2010) 身近な自然の保全生態学. 培風館, 213pp.
- 11) 根本正之 (2014) 雑草社会がつくる日本らしい自然. 築地書館, 205pp.
- 12) 根本正之・笹木義雄 (1993) 異なる光環境下におけるツユクサ (*Commelina communis* L.) の生育型戦略. 雑草研究, 38(1): 20-29.

(2015.5.26 受理)