

## 礫河原におけるオオキンケイギク埋土種子の表土はぎとりによる除去効果

Effect of Reducing Buried Seeds of *Coreopsis lanceolata* Using Topsoil Removal at Dry Gravel Riverbeds

小栗 ひとみ\* 畠瀬 頼子\*\* 松江 正彦\*

Hitomi OGURI Yoriko HATASE Masahiko MATSUE

**Abstract:** *Coreopsis lanceolata* keeps a number of buried seeds in top soil. It would be most effective to remove the top soil for preventing the buried seeds from germinating and new individuals from spreading, but the treatment of the removed soil which still contains numerous seeds of *Coreopsis lanceolata* would be a problem. Therefore, we carried out an experimental removal of top soil and monitored the removed soil in the dry gravel riverbed of the middle stream of the Kiso River, in order to examine the effectiveness of removing buried seeds and the reduction rate of buried seeds in the removed soil. The reduction rate of buried seeds due to the removal of top soil is approximately 80%, and remaining 20 % seems to be because the removal of top soil was incomplete and some were dropped out of the removed soil. Moreover, we attempted to mulch the removed soil by using the weed control sheet and to prevent the buried seeds from germinating. The reduction rate of buried seeds which survived in the removed soil is approximately 50 % in two years.

**Keywords:** *Coreopsis lanceolata*, removal of top soil, buried seeds, removal method, dry gravel riverbeds

**キーワード:** オオキンケイギク, 表土はぎとり, 埋土種子, 防除手法, 礫河原

### 1. 研究の背景と目的

オオキンケイギクは北米原産のキク科の多年生草本である<sup>1)</sup>。本種は平成16年に制定された「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」<sup>2)</sup>に基づき、平成18年に特定外来生物に指定された。平成18年国土交通省・環境省告示第一号「オオキンケイギク等の防除に関する件」では「国土交通大臣及び環境大臣は、効果的かつ効率的な防除手法、防除用具等の開発に努め、その成果に係る情報の普及に努めるものとする」と明記されており<sup>3)</sup>、今回の調査はその防除手法開発の一環として行っているものである。

オオキンケイギクの防除手法としては、人力での選択的な抜き取り、草刈り機による刈り取りのほか、除草剤等による化学的防除や遷移を促進させることによる生態的防除などが考えられる。木曽川中流域の礫河原における抜き取りおよび刈り取りによる植生管理実験では<sup>4)6)</sup>、特にオオキンケイギクを選択的抜き取りの継続が、オオキンケイギクの被度や開花数、埋土種子数を低減させる効果が高いことが確認されている<sup>4)6)</sup>。しかし、オオキンケイギク優占群落の表土には、多量の埋土種子が蓄積されており<sup>7)</sup>、選択的抜き取りを実施した後、1~2年で抜き取りを停止した場合には、オオキンケイギクの個体数は速やかに回復することが明らかになっている<sup>4)6)</sup>。

埋土種子による新たな個体の供給を効率的に減らすためには、埋土種子を含む表土のはぎとりが有効と考えられる。表土のはぎとりは、河川の礫河原植生再生において用いられてきた手法であり<sup>8)</sup>、表土中に堆積した埋土種子と同時に細粒物質を取り除き、礫質の堆積物を露出させる。そのため、埋土種子を直接的に除去することができるだけでなく、生育環境を変化させることによって、オオキンケイギクの定着抑制と在来河原植物再生に効果があると考えられる。ただし、はぎとった表土には、オオキンケイギクの種子が多量に含まれるため、その処理方法が問題となる。残土中の種子を短期的かつ効率的に死滅させるためには、焼土処理<sup>9)</sup>

などが考えられるが、多量の土壌を焼くには処理能力の高い機械が必要であり、また処理時間もかかることから、コストや労力の点で現実的ではない。より簡便な方法としては、残土を堆積しマルチングによってオオキンケイギクの発芽を防ぎつつ、土壌中の種子の死滅を待つことが考えられる。自生地の北米の既存研究では、土壌中の種子の寿命は短い種子で2年、長い種子で13年程度と報告されている<sup>10,11)</sup>。しかし、表土はぎとりにより攪乱を受けた土壌中の埋土種子が、自然状態と同様の速度で減少するのか明らかではない。

そこで、表土はぎとりによる埋土種子の除去効果と、はぎとりにより発生した残土中の生存種子の減少の様子を検証するため、木曽川中流域の礫河原において表土はぎとりを実施し、表土はぎとり前後の埋土種子量および残土中の生存種子量の変化を調査した。

### 2. 調査地

調査地域は岐阜県各務原市の木曽川河川敷に位置する国営木曽三川公園のかさだ広場である。木曽川は愛知県と岐阜県の境を流れ、各務原市で3つに分流している。調査地域は木曽川から分流した北派川と木曽川本川の間の中洲にあり、中央には礫河原が広がり、樹林が点在する環境である。この地域には、現在、オオキンケイギクが広い面積にわたって分布している。この地域では1980年代には既にオオキンケイギクが群生していたとされる(公園の植栽管理に従事している地元住民の私信)。近傍の一宮における年平均気温は14.7℃、年降水量は1770mmで、気候帯は太平洋側気候に属し、暖かさの指数は119.7で暖温帯に該当し、ヤブツバキクラス域の植生が成立する<sup>12)</sup>。なお、調査区を設定した場所は礫河原であるが、現在では増水時にも冠水することは稀となっている。

### 3. 調査・解析方法

\*国土交通省国土技術政策総合研究所

\*\*財団法人自然環境研究センター

**(1) 実験区の設置および表土はぎとりの実施**

オオキンケイギクが優占する礫河原に表土はぎとり実験区(14m×19m)を設置した。はぎとり方法として考えられる人力、重機、エアースコップ<sup>13)</sup>、表土吸引<sup>14)</sup>、洗い出し<sup>15)</sup>の各方法について、特徴や効果の比較検討を行った(表-1)。これらのうち、人力による方法は、小規模な住民参加手法などに適した方法であるが、一人あたりで表土をはぎとることが可能な面積が小さいため、短期間に大面積を行うことは困難と考えられた。一方、重機による方法は、大規模な工事が可能であり、効率的に作業を行うことが可能である。エアースコップや洗い出しは、吹き飛ばされた土や流れ出した水に種子が混入し、生育地の拡大を招く恐れがある。また、表土吸引は、砂質のやや重い層を吸引できるか技術的に不明といった難点があった。そこで、重機を用いた方法を選択し、2008年11月に0.07 m<sup>3</sup>バックホウを用いて掘削を行った。はぎとり深さは、深さ別の埋土種子量調査の結果を踏まえ、さらに重機による作業のしやすさも考慮して、約20cmとした。なお、実験区内に生育していた在来河原植物(カワラサイコ、カワラヨモギ、カワラマツバ)77株については、はぎとり実施前に区域外に一時避難させ、はぎとり後に植え戻す処理をした。

表土のはぎとりは実験区の西南の角から開始し、奥から手前に向かって掘削を行い、重機の移動時に付着したオオキンケイギクの種子をはぎとり後の表面に持ち込まないように、重機がはぎとり後の場所の上を移動しないよう動線を計画して作業を進めた。掘削時には、オオキンケイギクの埋土種子を含む表土のこぼれ落ちを防止するため、刃先に鉄板を溶接したバケットを用いた。また、こぼれ落ちたオオキンケイギクの株等は、補助作業員がスコップを用いて取り除いた。はぎとった土は2tダンプに積載して搬出し、実験区近隣の窪地に敷き均して約70cmの高さで積み上げ、周辺へ逸出しないように表面を防草シート(ポリプロピレン製織布、黒色、厚さ約0.3mm)で覆って飛散を防止した。

作業は、施工面積266 m<sup>2</sup>に対し、重機オペレータ1人、ダンプ運転者1人、補助作業員1人の体制で行い、はぎとった表土の敷き均しを含めて所要日数は2日間であった。表土はぎとりの実施状況を図-1に、表土はぎとり前後の実験区の状況を図-2に示

す。表土はぎとり後の地表面は、在来河原植物の生育基盤に適した、礫層が露出した状態を目標とし、地形の凹凸を残すよう留意した。施工後は、下層に埋没していた礫が露出して浮き石状態となった。

**(2) 表土はぎとり前の埋土種子量調査**

表土はぎとり前の埋土種子量を把握するため、表土はぎとり実験区において、表土はぎとり前の2008年6月に、16箇所の土壤サンプル(20cm×20cm×深さ約3cm)を採取した。さらに、表土はぎとりにより除去できる埋土種子の量を推定し、表土はぎとり深さ検討の参考とするため、2008年9月に、表土はぎとり実験区近傍において、地表面から礫層までの深さ約3cmの表土を手堀により試掘し、深さ3-6cmおよび10-13cmの土壤サンプル

表-1 表土はぎとり方法の比較

施工方法	内容	特徴
人力	スコップやジョレン等を用いて人力で掘削を行い、残土は一輪車で搬出する。	実験区のような礫河原では、掘削可能な深さは5cm程度と想定される。短期間に大面積を行うことは困難であり、小規模な住民参加手法などに適している。
重機	小型のバックホウを用いて掘削し、残土は軽ダンプにより搬出する。	大規模な工事が可能であり、作業時間を短縮できる。10cm以上の深さの掘削が可能で、均一にむらなく施工できる。
エアースコップ	特殊ノズルから圧縮空気を噴射し、表土を吹き飛ばす。	作業効率が高いが、種子を含む表土の周囲への飛散防止が課題となる。
表土吸引	表土採取用の吸引器を使って、表土を取り除く。	吸引器は、森林表土等の比較的軽量の土壌を吸引するために用いられているものであり、吸引力はあまり強くない。礫河原のような場所での使用実績がなく、砂質のやや重い層を吸引できるか不明である。
洗い出し	散水車等により大量の水を流し、表土を洗い流す。	表土とともに種子が流れ出し、繁殖地の拡大を招く恐れがある。



図-1 表土はぎとりの実施状況 (左: 施工開始時の状況, 中央: 刃先に鉄板を溶接したバケット, 右: はぎとった表土の堆積状況)



図-2 表土はぎとり実験区の状況 (左: 表土はぎとり実施前, 中央: 表土はぎとり実施後, 右: 表土はぎとり後の表層の状態)

(20cm×20cm×深さ約3cm)をそれぞれ6箇所採取した。サンプル採取の深さは、礫層表面(人力で掘削できる深さ)と深さ10cm以上(重機で掘削可能な深さ)の埋土種子量を比較できる設定とした。

採取した土壌は飛散防止のため二重の袋に入れて輸送し、二重に施錠できる温室および室内にて種子抽出作業をおこなった。オオキンケイギクの種子は5mmほどの大きさであることから<sup>16)</sup>、土壌をまず0.5mmのふるいにかけて選別し、乾燥させた後に目視によりオオキンケイギクの種子を抽出した。抽出したオオキンケイギクの種子は実体顕微鏡下において破損状況、新鮮な胚の有無を確認した。新鮮な胚が確認できた種子の数を生存種子数とした。計測・確認の終了した種子については焼却処分した。

### (3) 表土はぎとり後の埋土種子量調査

表土はぎとりにより除去できる埋土種子の量を推定するため、表土はぎとり実験区において、表土はぎとり後の11月に16箇所の土壌サンプル(20cm×20cm×深さ約3cm)を採取した。採取した土壌からは(2)と同様の方法でオオキンケイギクの種子を抽出し、生存種子数を計測した。

### (4) はぎとり残土堆積場所での埋土種子調査

防草シートを用いたマルチングで残土を残置した場合の埋土種子量の変化を把握するため、2009年6月、2010年6月および2011年6月に、実験区近傍に積み上げたはぎとり残土から10cm×10cm×10cmの土壌サンプルを、採取位置ができるだけ離れるようランダムに10箇所ずつ採取した。採取した土壌からは(2)と同様の方法でオオキンケイギクの種子を抽出し、生存種子数を計測した。

### (5) 解析方法

地表面からの深さによる埋土種子量の変化については、表土はぎとり前の表面-深さ3cm(2008年6月採取:16サンプル)、深さ3-6cm(2008年9月採取:6サンプル)、深さ10-13cm(2008年9月採取:6サンプル)のそれぞれの合計生存種子数を、1㎡あたりに換算して比較した。

表土はぎとり前後での埋土種子量の変化については、表土はぎとり前の表面-深さ3cm(2008年6月採取:16サンプル)と表土はぎとり後の表面-深さ3cm(2008年11月採取:16サンプル)のそれぞれの合計生存種子数を、1㎡あたりに換算して比較し減少率を3.1式により算出した。

$$\text{減少率(\%)} = (\text{表土はぎとり前の合計生存種子数} - \text{表土はぎとり後合計生存種子数}) / \text{表土はぎとり前の合計生存種子数} \times 100 \quad (3.1)$$

はぎとり残土中の埋土種子量の変化については、2009年6月、2010年6月および2011年6月に採取されたそれぞれ10サンプルの合計生存種子数を比較し、2009年から2011年の2年間における減少率を3.2式により算出した。

$$\text{減少率(\%)} = (\text{2009年の合計生存種子数} - \text{2011年の合計生存種子数}) / \text{2009年の合計生存種子数} \times 100 \quad (3.2)$$

## 4. 結果

### (1) 地表面からの深さによる埋土種子量の変化

表面-深さ3cmでは1㎡あたりの合計生存種子数は618.8個、深さ3-6cmでは37.5個、深さ10-13cmでは4.2個となり、生存種子数が土壌の深さにより急速に減少することが確認された(表-2, 図-3)。はぎとり前に採取した表面-深さ3cmの土壌サンプル(16サンプル)では、1サンプルあたりの生存種子数が最大120個と顕著に多いサンプルも見られたが、概ね20個を切る値となっていた。深さ3-6cmでは6サンプルのうち各サンプルで0-3個、深さ10-13cmでは6サンプルのうち1サンプルのみ1個の生存種子がそれぞれ計測された。

## (2) 表土はぎとり前後の埋土種子量の変化

表土はぎとり実験区におけるオオキンケイギクの合計生存埋土

表-2 表土はぎとり前後のオオキンケイギクの生存種子数

土壌サンプル採取時期(採取深さ)	サンプル数	平均±標準偏差(個/0.04㎡)	合計	個/㎡
表土はぎとり前				
2008年6月(表面-深さ3cm)	16	24.8±29.6	396個/0.64㎡	618.8
2008年9月(深さ3-6cm)	6	1.5±1.4	9個/0.24㎡	37.5
2008年9月(深さ10-13cm)	6	0.2±0.4	1個/0.24㎡	4.2
表土はぎとり後				
2008年11月(表面-深さ3cm)	16	4.9±8.9	78個/0.64㎡	121.9

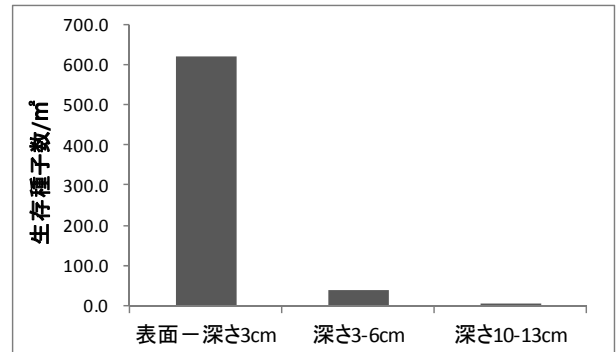


図-3 地表面からの深さによる埋土種子量の変化

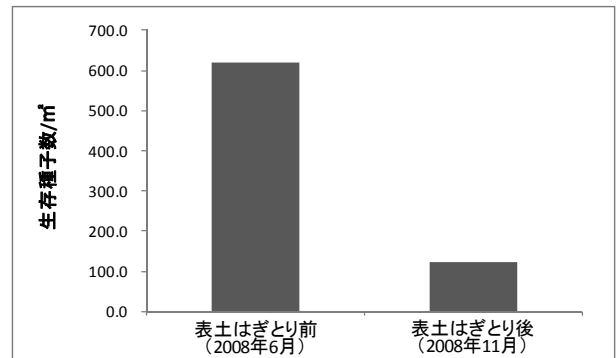


図-4 表土はぎとり前後での埋土種子量の変化(地表面-深さ3cm)

表-3 はぎとり残土中のオオキンケイギクの生存種子数

土壌サンプル採取時期	サンプル数	平均±標準偏差(個/0.01㎡)	合計(個/0.1㎡)	個/㎡
2009年6月	10	6.5±3.6	65	650
2010年6月	10	2.4±1.5	24	240
2011年6月	10	3.2±1.5	32	320

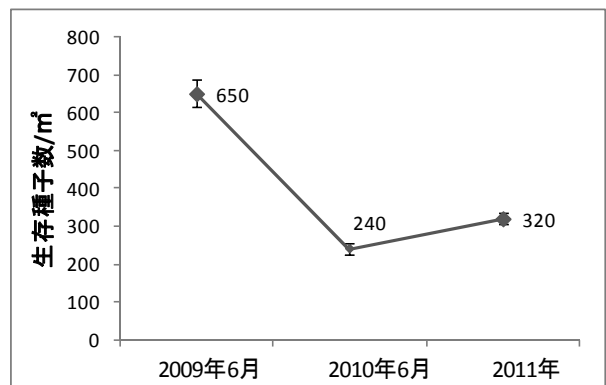


図-5 はぎとり残土におけるオオキンケイギクの生存種子量変化 図中の数値は平均値、エラーバーは標準偏差

種子数は、表土はぎとり前は618.8個/m<sup>2</sup>、表土はぎとり後は121.9個/m<sup>2</sup>であった(表-2, 図-4)。はぎとり後に採取した16サンプルでは、1サンプルあたりの生存種子数が最大34個となったサンプルもあったが、生存種子が確認されないか、確認されても数個のサンプルがほとんどであった。表土はぎ取りによる埋土種子量の減少率は80.3%となった。

### (3) はぎとり残土中の埋土種子量の変化

各年の10サンプル中における生存種子数は、2009年は0~11個、2010年は1~4個、2011年は1~5個を計測した。1m<sup>2</sup>あたりの合計生存種子数でみると、2009年には650個であったものが、2010年には240個に急減し、2011年には320個に微増する結果となった(表-3, 図-5)。2009年から2011年の2年間に着目すると、埋土種子量の減少率は50.8%となった。

## 5. 考察

### (1) 表土はぎとりによる埋土種子の除去効果

土壌中のオオキンケイギクの生存埋土種子量は、地表面からの深さにより急速に減少することが確認されたことから、十数cmまで表土を除去すれば、残存する種子量は1%以下にできると考えられた。

一方、表土はぎとり後に残存した生存埋土種子は、はぎとり前の2割程度であり、重機による表土はぎとりで8割もの生存埋土種子が除去できたことになる。これは2年間オオキンケイギクを抜き取って種子供給を抑制した場合の埋土種子の減少率に相当する<sup>9)</sup>。しかし、手掘りによる試掘で予想されたほどの減少率にはならなかった。

はぎとり後に表面に残る生存埋土種子が予想どおりに減少しなかった要因としては、重機ではぎとった際にオオキンケイギクの種子がこぼれ落ちたことの影響が大きいと考えられる。表土のはぎとりに際しては、作業に細心の注意を払ったものの、こぼれ落ちを完全に防止することはできなかった。重機による表土はぎとりでは、表土のこぼれ落ちをいかに減らせるかが、埋土種子除去の効率に影響すると思われる。

### (2) はぎとり残土中の埋土種子量の減少速度

はぎとり表土中の生存埋土種子量は、1年後に急減したにもかかわらず2年後には微増となった。はぎとり表土は、マルチングによって外部からの種子供給が絶たれた状態であったため、2年後の微増の原因は、サンプリングのバラツキによるものと考えられた。2009年から2011年の2年間では、当初の50.8%まで減少している。これは、はぎとり表土を防草シートでマルチングし、周辺のおオオキンケイギクからの新たな生存種子の供給を遮断した効果といえる。しかし、抜き取り管理実験でオオキンケイギクを除去した場合の埋土種子量の減少率が、1年目までで約50%、2年目までで約90%と急激に低下した<sup>9)</sup>の<sup>10)</sup>に比べ、はぎとり残土における減少速度は緩やかである。これは、抜き取り管理実験では、抜き取り開始年の秋期に土中に生存する種子から多数の発芽があった<sup>4)</sup>が、はぎとり残土では防草シートにより発芽が抑制されていることの影響によるものと考えられる。

2年間のマルチングにより、外部からの種子供給を遮断した状態で残置することで、埋土種子からのオオキンケイギク供給の危険性を減らす効果があることが確認できた。ただし、減少率は2年間では50%程度であることから、生存埋土種子の完全な死滅までにはまだ時間がかかると考えられる。必要な時間を明らかにするためには、さらにモニタリングを継続する必要がある。

### (3) まとめ・課題

表土はぎとりによるオオキンケイギクの生存埋土種子の除去は1度の作業で2年分の抜き取りに相当する効果があった。この効果は、重機による作業時のこぼれ落ちを抑制することができ

ば、より高まると思われる。

ただし、表土はぎとりによる効果は直接的な種子の除去だけではない。表土のはぎとりにより、礫が露出するので、それによるオオキンケイギクの定着状況の違い等も生じる可能性がある。そのため、埋土種子の除去効率だけでなく、はぎとり後のオオキンケイギク定着も含めて評価する必要がある。

また、表土はぎとりはオオキンケイギクだけでなく、在来の河原植物や表土に含まれる在来植物の種子も除去してしまう。一方、はぎとりにより生じた裸地は外来植物の侵入しやすい立地となる可能性がある。そのため、はぎとり後の植生再生や誘導をいかに進めるかの検討も重要である。

謝辞: 調査では国土交通省中部地方整備局木曾川上流河川事務所、木曾三川公園管理センターに大変お世話になった。管理実験では「特定外来生物(植物)検討委員会」委員の皆様にご意見を頂いた。埋土種子調査では東京大学の西廣淳博士、西廣美穂博士にアドバイスを頂いた。以上の方々へ心よりお礼申し上げる。

## 補注及び引用文献

- 1) オオキンケイギク: 特定外来生物等の一覧: 環境省外来生物法ホームページ<<http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>>, 2011.12.7 参照
- 2) 特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律: 法律・政令・規則・告示, 基本方針等: 環境省外来生物法ホームページ<<http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>>, 2011.12.7 参照
- 3) 特定外来生物の防除に関する件: 法律・政令・規則・告示, 基本方針等: 環境省外来生物法ホームページ<<http://www.env.go.jp/nature/intro/index.html>>, 2011.12.7 参照
- 4) 瀬瀬頼子・小栗ひとみ・藤原宣夫・宇津木榮津子・戸井可名子・井本郁子・松江正彦(2009): 木曾川におけるオオキンケイギク優占群落での礫河原植生復元のための植生管理の効果: ランドスケープ研究 72 (5), 537-542
- 5) 瀬瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦(2010): 刈り取り管理の時期および回数が特定外来生物オオキンケイギクに及ぼす影響と防除効果: ランドスケープ研究 73 (5), 421-426
- 6) 瀬瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦(2011): オオキンケイギク優占群落の選択的抜き取り管理の時期による礫河原植生復元効果の違い: ランドスケープ研究 74 (5), 473-478
- 7) 瀬瀬頼子・小栗ひとみ・松江正彦(2007): 木曾川の礫河原に侵入した特定外来種オオキンケイギクの生育・開花特性と種子生産: ランドスケープ研究 70 (5), 467-470
- 8) 倉本宣・芦澤和也・岡田久子(2010): カワラノギク (*Aster kantoensis* Kitamura) 局所個体群再生のための造成手法: 日本緑化工学会誌 36(1), 143-146
- 9) 焼土処理には、焼土殺菌乾燥機などを用いる方法がある。製造メーカーホームページ<<http://www.hir-sanken.com/hexapet.html>>, 2011.9.26 参照
- 10) Banovetz, S. J. & Scheiner, S. M. (1994): The Effect of Seed Mass on the Seed Ecology of *Coreopsis lanceolata*: American Midland Naturalist 131(1), 65-74
- 11) Banovetz, S. J. & Scheiner, S. M. (1994): Secondary Seed Dormancy of *Coreopsis lanceolata*: American Midland Naturalist 131(1), 75-83
- 12) 建設省中部地方建設局木曾川上流工事事務所(1980): 木曾三川の植生: 建設省中部地方建設局木曾川上流工事事務所, 169pp
- 13) エアースコップは、根茎の掘り取り調査などで用いられている。長濱庸介・松江正彦(2008): 都市緑化樹木のCO2固定量把握手法に関する検討: 土木技術資料 80(8), 財団法人土木研究センター, 192pp.
- 14) 表土吸引には、マザーソイル工法などがある。マザーソイル協会ホームページ<<http://mather.gr.jp>>, 2011.9.26 参照
- 15) 外来種影響・対策研究会(2011): シナダレスズメガヤ事例鬼怒川: 改定版河川における外来種対策とその事例-主な侵略的外来種の影響と対策-: 財団法人リバーフロント整備センター, 192-193.
- 16) 清水矩宏・森田弘彦・広田伸七(2001): 日本帰化植物写真図鑑: 全国農村教育協会, 554pp