

原著論文

土器川河川敷における特定外来生物アレチウリの実生の発生と定着

農業・食品産業技術総合研究機構 西日本農業研究センター 小林 慶子
農業・食品産業技術総合研究機構 西日本農業研究センター 楠本 良延

OCCURRENCE AND ESTABLISHMENT OF SEEDLINGS OF AN INVASIVE ALIEN WEED *SICYOS ANGULATUS* IN DOKI RIVER.

Yoshiko Kobayashi, *Western Region Agricultural Research Center, National
Agriculture and Food Research Organization (NARO),
2575 Ikano, Zentsuji, Kagawa, 765-0053, JAPAN; y.koba@
affrc.go.jp*

and

Yoshinobu Kusumoto, *Western Region Agricultural Research Center, National
Agriculture and Food Research Organization (NARO),
2575 Ikano, Zentsuji, Kagawa, 765-0053, JAPAN; kusu@
affrc.go.jp*

Abstract: Invasive alien plants have encroached and outcolonized many native species in almost all Japanese river floodplains in recent years. *Sicyos angulatus* is one of the most notorious invasive alien lianas. To select the effective season for exterminating *S. angulatus*, *S. angulatus* colony is explored seedling dynamics of *S. angulatus* in the Doki River floodplain from May to July 2020. Germination of seedlings of *S. angulatus* were started from early May in the part of the study area, and it gained momentum in July after beginning the rainy season. Many seedlings were dead around four weeks after germination, specifically, 59%, 78%, 38% of seedlings were dead respectively that germinated in May, June, July. The results of the model selection in generalized linear mixed models revealed that the rate of seedling death was determined by litter thickness and sky view factors. Almost seedlings that located a suitable site to survive were germinated in July. It was concluded that early August is the best season for exterminating *S. angulatus* in Doki River.

Keywords: invasive alien species, characteristics of seedling emergence, floodplain, litter layer, light condition

はじめに

河川植生における外来植物の侵入は世界各地で問題になっている。我が国においても、国が管理する河川の植生面積における外来植物群落の割合は約15%に達しており、それらの外来植物群落は、わずか数種類の“侵略的外来植物”に占められている(宮脇・鷺谷, 2004)。アレチウリ(*Sicyos angulatus* L.)はこの侵略的外来種の一つである。

アレチウリは北米原産のウリ科の一年生つる植物

で、1952年に静岡県清水港で初めて確認された後拡大し(竹内・近内・竹松, 1978)、現在では日本各地の河川敷や農耕地に侵入している(Miyawaki & Washitani, 2004; 黒川, 2018)。本種は、成長が早く種子生産量も多いつる性の植物であり(Esbenshade et al., 2001; Smeda & Weller, 2001)、他の植物を被陰して生育を阻害することから日本の侵略的外来種ワースト100(村上・鷺谷, 2002)に選定されているほか、「特定外来生物による生態系に係る被害の防止に関する法律(外来生物法)」において特定外来生

物に指定されている（村中ら，2005；環境省 <http://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html> 2020 年 10 月 18 日確認）。アメリカ合衆国において畑地の強害雑草として指定されている本種は，主に輸入飼料を介して畜産地帯に侵入・まん延した後，水系で拡散し，河川敷や水田地帯に流れ込んだと考えられており，各地で，河川の在来植生の消失や，飼料用トウモロコシ，大豆，スイカなどの農作物の減収を引き起こしている（黒川，2017；黒川，2018）。日本の河川におけるアレチウリ優占群落は 300ha を超えており（Miyawaki & Washitani, 2004），洪水などの河川攪乱タイミングに乗じて分布を拡大し，河川植生を変質させている（Uchida et al., 2012）。

これまで，北陸や九州，四国では，アレチウリの侵入はあまり問題とはなっていないが，近年はこれらの地域にも侵入して問題になりはじめている（黒川，2018）。香川県唯一の一級河川，土器川においても，複数の地点でアレチウリの侵入が確認されている（黒川，2018）。しかしながら，香川県森林環境部みどり保全課によると，土器川周辺においてアレチウリによる農業被害等の報告は出ておらず，周辺環境への侵入もまだ確認されていない。土器川のアレチウリは，侵入初期の段階にある可能性が高く，現段階で適切な防除策を講じることができれば，根絶させられる可能性がある。

外来植物の防除を成功させるためには，対象植物の生態や対象地の種組成などの生態的な特性を踏まえ

て適切な戦略をとることが必要である（宮脇・鷺谷，2004）。特に，「根絶」を目標にして防除を成功させるためには，侵入後の初期段階で対策を開始することとともに，集中的に労力および費用を投入することが不可欠である（Hobbs and Humphries, 1995；鷺谷・村上，2002）。労働力や費用を集中的に投入するためには，対象となる外来植物の生活史や個体群動態などの生態的特性や，侵入・分布拡大を助長する要因を明らかにし，より効果的な防除の実施時期を選定する必要がある（宮脇・鷺谷，2004）。

そこで，本研究では，土器川に生育するアレチウリ個体群を対象に，実生発生時期から定着時期におけるモニタリング調査を実施し，土器川におけるアレチウリ個体群の発生初期の動態と，定着に影響する環境要因を明らかにした。そして，得られた結果にもとづいて，土器川におけるアレチウリの効果的な防除時期を選定した。本研究は侵入初期の段階である場合が多い西日本の河川におけるアレチウリ防除活動に資することを旨とする。

方 法

調査地

香川県仲多度郡まんのう町を流れる土器川の下流域，河口から 13km 地点の祓川橋右岸の高水敷（祓川大橋～琴電土器川橋梁区間，延長約 450m）を調査地とした（図 1）。土器川は讃岐山脈から瀬戸内海

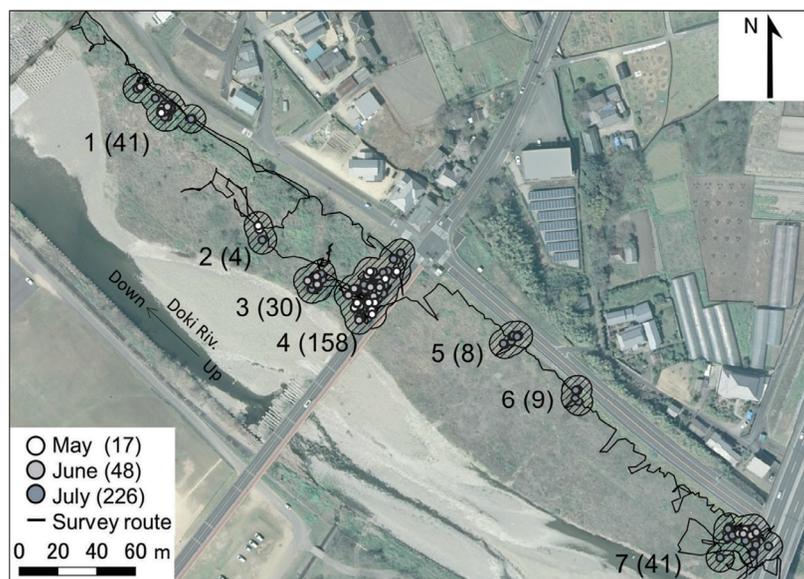


図 1. 調査ルートおよびアレチウリ発生確認地点位置図。斜線で示された範囲は直線距離 15m 以内の発生地をひとつにまとめた地点グループを示す。地点グループ番号は土器川の下流側から上流側に順に付与した。括弧内の数値はそのカテゴリに属するアレチウリの個体数を示す。

に向けて南北を貫流する流域面積 127km²、流路延長 33km の一級河川である。土器川流域の年間降水量はおよそ 1,200mm と少なく、降水は梅雨期と台風期に集中している。土器川は流路が短い急勾配河川であることから、中下流部は土砂の堆積が著しく天井川を形成している。すなわち、土器川は平常時には水量が極端に少なく渇水被害が発生するものの、増水時には激流となりやすく、河岸浸食、護岸崩壊、溢水氾濫などの洪水被害が発生するという特徴を持つ。対象区間は、2002 年と 2012 年に実施された河川水辺の国勢調査においてアレチウリの生育が確認された土器川河川敷 4 か所の最上流部に位置し、2019 年 10 月にアレチウリの繁茂と種子繁殖が確認された。国土交通省四国地方整備局香川河川国道事務所土器川出張所によると、土器川へのアレチウリの侵入時期は不明で、対象区間の高水敷の除草や伐採などの植生管理は少なくとも数年間は実施していない。

実生調査

対象区間におけるアレチウリの発芽開始時期を特定するため、2020 年 3 月 25 日から週に一度、ルートセンサ調査によりアレチウリ実生を探索した。踏査ルートは対象区間において 2019 年 10 月にアレチウリの生育を確認したすべての地点を通過するように設定した。踏査ルートは非固定としたものの、ハンディ GPS (GPSMAP64csx) および android 用地図閲覧アプリ (野外調査地図) を用いて前回の踏査時に記録した軌跡を表示し、可能な限りその軌跡に沿ってルートを選定した。

アレチウリ実生の発芽を確認した 5 月 7 日以降は、月に一度のルートセンサスにより、月ごと (5, 6, 7 月) のアレチウリ実生の発生状況を確認した。ルートセンサスで発見したすべてのアレチウリ実生は、ナンバーテープにより個体識別し、GPS および地図アプリを用いて発生地点の緯度経度、個体番号、葉齢を記録した。踏査ルートは非固定としたものの、発芽開始時期の特定に用いた踏査ルートと同様のものを用いた。各月のルートセンサス調査は、それぞれ、5 月 7, 14 日、6 月 4-5 日、7 月 3-6, 8, 14-16 日に実施した。

アレチウリの発生初期の生残をモニタリングするために、5, 6, 7 月の発生個体のうち、それぞれ 17, 27, 26 個体をモニタリング個体とし、週に一度、個体ごとの生残、葉数、草高を記録した。モニタリング個体は各月の発見地点ごとに、葉齢の若い個体から 3 ~ 5 個体程度選定した。

なお、葉齢は、日本植物調整剤研究協会 (2002) に従い、子葉を 0 葉、子葉に続けて展開してくる本葉の 1 枚目を 1 葉、2 枚目を 2 葉と数えた。展葉が完了していない葉については、展葉が完了した時点の大きさ

を 1 として 0.1 刻みで表した。

環境調査

アレチウリ実生の発生地点の立地環境としてリター厚と開空率 (Sky view factors) を測定した。立地環境の測定は、3.5 葉未満のすべての実生の発生地点において、実生発生確認後に実施した。リター厚はコンベックスメジャーを用いて、開空率は Honjo et al. (2019) により 360 度カメラ (RICOH THETA SC2) で撮影した 360 度画像を用いて R. 3. 6. 1 (R Core Team, 2019) により算出した。開空率の算出に使用した 360 度画像は、小型三脚 (開脚時高さ: 7.5 ~ 11cm) に取り付けられた 360 度カメラをアレチウリ実生の直上に設置し、EV 値 (0, -1, -2) を変えて 2 枚以上の静止画を撮影して準備した。すべての 360 度画像は R プログラム (theta2svf, <https://github.com/honjo7777/theta2svf>) を用いて、全天写真 (等立体角射影方式) への変換、グレースケールへの変換、2 値化の処理を行い、開空率を算出した。2 値化に用いるしきい値は、モード法 (グレースケール画像の濃度値ヒストグラムの谷底となる値をしきい値とする) により選択した。2 値化精度を目視判定し、個体ごとに準備した複数の写真の中から、2 値化精度が最も高い写真を用いて算出された開空率をその個体の開空率とした。なお、対象区間には明色で塗装された橋が存在しており、橋が写り込む写真の 2 値化精度は著しく低かった。そこで、2 値化精度を下げる物体が写りこむ写真については、画像処理ソフト (GIMP2. 10. 8) によりその物体の色を変換する事前処理を行った後に開空率を計算した。

データ解析

調査区間におけるアレチウリ実生の発生地点を特定するため、各月のルートセンサスで確認したすべての実生の発生地点を QGIS 3.14 (QGIS Development Team, 2020) を用いて地図上にプロットした。また、すべての実生発生地点の距離行列を計算し、直線距離 15m 以内に出現する個体をひとつの個体群とみなして調査区間内におけるアレチウリ発生地点を区分した。竹内・近内・竹松 (1979) によると、アレチウリはつるを 11m まで伸長させる能力を持つ。そこで、本研究では、直線距離 15m 以内に発生する個体は、同一の親個体から発生した可能性があること、将来的にはひとつの分布のまとまりを形成する可能性が高いことを考慮し、同一のグループを形成するとみなして以下の解析を行った。

発生月あるいは地点の違いがアレチウリの発生に関わる環境要因 (リター厚、開空率) に及ぼす影響を明らかにするために、環境要因を応答変数に、発生月、

発生地点、発生月と発生地点の交互作用を説明変数に取る一般化線形モデルを作成し、総当たり法により AIC を計算し AIC 最小モデルを含む複数のモデルを比較した。

発生初期のアレチウリ実生の生残動態を把握するため、モニタリング個体データを用いて、発生月別の実生生残数を週ごとに集計した。

環境要因（リター厚、開空率）がアレチウリの実生の生残に及ぼす影響を明らかにするため、モニタリング個体のモニタリング最終週（7月第5週）における枯死の有無を応答変数に、発生地点の立地環境（リター厚、リター厚の2乗、開空率、開空率の2乗、リター厚と開空率の交互作用）を固定効果の説明変数に、発生月を変量効果の説明変数に取り、誤差構造に二項分布を仮定した一般化線形混合モデルを作成し、AIC を選択基準として総当たり法によるモデル選択を行い、AIC 最小モデルで選択された環境要因を、アレチウリ実生の生残に影響を与える要因として評価した。モデルに投入する説明変数は標準化して用いた。

すべての統計解析は R 3.6.1 (R Core Team, 2019) を用いて行い、一般化線形混合モデルにはパッケージ“lme4”を、モデル選択にはパッケージ“MuMIn”を使用した。

結 果

アレチウリ実生の発生動態

5, 6, 7月のルートセンサス調査によって、それぞれ17, 48, 226個体、全291個体のアレチウリ実生を発見した(図1)。この291個体の発見地点の距離行列を用いて直線距離15m以内に位置する生育地点を同一のグループとしてまとめていくと、全291の発生地点は7つのグループに分けられた(図1)。アレチウリ実生の発生数と発生開始時期は地点グループごとに差があった。最もアレチウリ実生が発生したのは158個体を発見した地点4で、41個体の地点1および7, 30個体の地点3, 9個体の地点9, 8個体の地点5, 4個体の地点2と続いた。同じく、5月からアレチウリ実生の発生が始まったのは地点1, 2, 4の3か所で、その後、6月に地点3と7から、7月からは地点5と6から発生が始まった。

なお、ここで示した291個体の発見時の葉齢は、5, 6, 7月の順に、それぞれ0.45葉, 0.51葉, 0.273葉であった。7月発見226個体のうち、発見時に20葉を超えていた3個体と、10葉を超えていた9個体については、前の月までのルートセンサス調査における見落とし個体である可能性が大きい。そこで、以後の解析は、発見月に発芽したとみなすことのできる葉齢の若い個体に限定して行うこととした。

アレチウリ実生の発生環境

発生確認時に3.5葉未満であったすべてのアレチウリ個体の実生発生地点のリター厚と開空度の値を用いて、発生月や発生地点別の立地環境を比較した。

リター厚の中央値は、発生月順にそれぞれ3.75cm, 3.5cm, 4.5cmで、7月の発生個体は5・6月の発生個体よりもリターが厚く堆積した環境下からも発生する傾向がみられた(図2)。各発生地点グループにおけるリター厚の中央値は、5月から実生の発生が始まった地点1, 2, 4がそれぞれ4cm, 2.5cm, 3.5cmで、7月に初めて実生の発生を確認した地点5, 6のそれぞれ5cm, 6.25cmと比べて薄い傾向にあるものの、地点内でのばらつきが大きく、明瞭な傾向はみえなかった(図3)。リター厚を発生月と発生場所で説明したモデルの総当たりによる変数選択の結果、AIC 最小モデルはnullモデルとなり、リター厚と発生月との関係は説明できなかった(表1)。

開空率の中央値は、発生月順にそれぞれ0.22, 0.20, 0.09で、7月の発生個体は5・6月の発生個体に比べて被陰された環境下で発生する傾向にあった(図4)。各発生地点グループにおける開空率の中央値は、5月から発生が始まった地点2が0.45と特に開けている一方で、同じく5月から発生が始まった地点1と7月に入ってから発生が始まった地点5はそれぞれ0.06や0.07であり、特に被陰されていた(図5)。そのほかの地点は、オープンな環境から被陰された環境まで幅広い環境下でアレチウリの発生がみられた。特に広いレンジを持つ地点4や3では、発生月が進むのに従い、より被陰された環境下で実生が発生するようになる傾向もみえた。しかし、開空率を発生月と発生場所

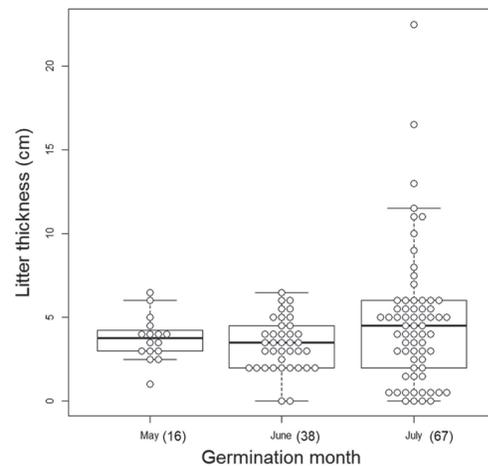


図2. 3.5葉以下のアレチウリ実生の生育立地のリター厚と発生月との関係。括弧内の数値はそのカテゴリに属するアレチウリの個体数を示す。

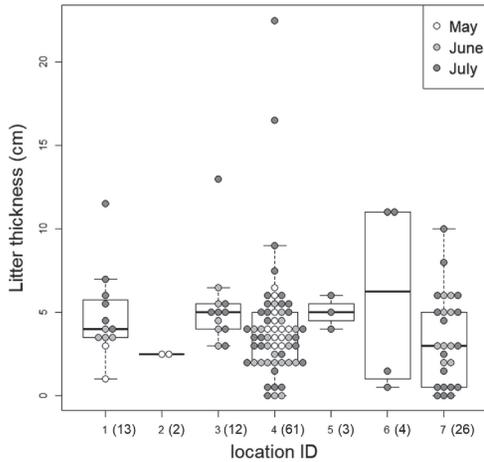


図 3. 3.5 葉以下のアレチウリ実生の生育立地のリター厚と地点グループとの関係. 括弧内の数値はそのカテゴリに属するアレチウリの個体数を示す.

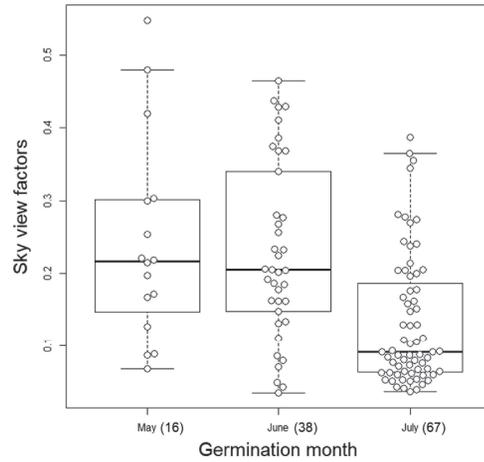


図 4. 3.5 葉以下のアレチウリ実生の生育立地の開空率と発生月との関係. 括弧内の数値はそのカテゴリに属するアレチウリの個体数を示す.

表 1. 3.5 葉未満のアレチウリ実生の発生地点のリター厚と発生月および発生地点との関係 (一般化線形モデルのモデル選択結果, 総当たり法によるすべてのモデルの各モデルにおいて選択された変数の係数の推定値と AIC および AIC 最小モデルとの AIC 差)

(Intercept)	Location	Month	Location*Month	AIC	delta AIC
1.48	ns	ns	ns	222.36	0.00
1.04	+	+	+	224.74	2.38
1.66	+	ns	ns	225.08	2.73
1.52	ns	+	ns	225.56	3.20
1.73	+	+	ns	228.16	5.80

+はその変数がモデルに含まれたことを, ns はモデルに含まれなかったことを示す.

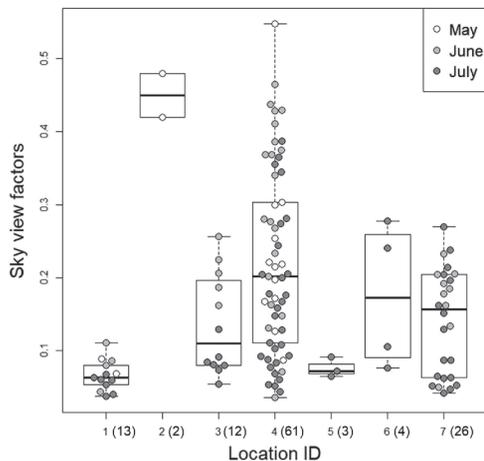


図 5. 3.5 葉以下のアレチウリ実生の生育立地の開空率と地点グループとの関係. 括弧内の数値はそのカテゴリに属するアレチウリの個体数を示す.

で説明したモデルの総当たり法による変数選択では, AIC 最小モデルは null モデルで, 発生月を説明変数として持つ次点モデルとの AIC 差は 3.67 であり, 発生月と開空率との関係は説明できなかった (表 2).

アレチウリ実生の生残に影響を与える環境要因

モニタリング個体データを用いて, 発生月別の実生生残数を週ごとに集計した (図 6). どの発生月においても, 発生初期の枯死率は高く, 5, 6, 7 月発生個体のそれぞれ 59%, 78%, 38% は, 発芽後 1 か月程度で枯死した. 特に 6 月発生個体は最初の 1 週間で半減するなど, 高い枯死率を示した. 一方, 発生からおむね 1 か月生存した個体の枯死率は低くなり, 以後の生存個体数は安定する傾向に向かった.

そこで, 5 月から 7 月のすべてのモニタリング個体のモニタリング最終週における枯死の有無に影響する環境要因を, モデル選択によって抽出した. 総当たり

表 2. 3.5 葉未満のアレチウリ実生の発生地点の開空率と発生月および発生地点との関係 (一般化線形モデルのモデル選択結果, 総当たり法によるすべてのモデルの各モデルにおいて選択された変数の係数の推定値と AIC および AIC 最小モデルとの AIC 差)

(Intercept)	Location	Month	Location*Month	AIC	delta AIC
-1.54	ns	ns	ns	52.28	0.00
-1.14	ns	+	ns	55.95	3.67
-2.65	+	ns	ns	64.53	12.25
-2.55	+	+	ns	68.72	16.43
-2.46	+	+	+	76.77	24.49

+はその変数がモデルに含まれたことを, ns はモデルに含まれなかったことを示す.

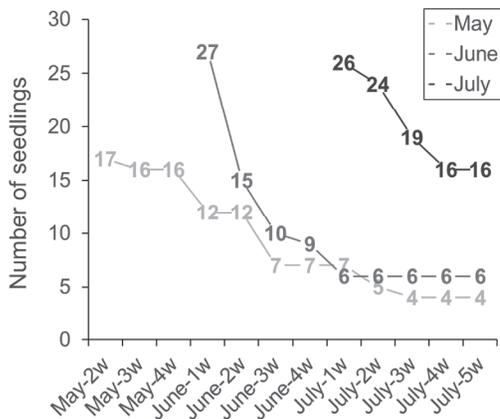


図 6. モニタリング個体の週別生残数

法によるモデル選択の結果, アレチウリ実生の発生初期の枯死率にはリター厚と開空率の両方が影響している可能性が示された (表 3). モニタリング個体のモニタリング最終週における枯死の有無とリター厚および開空率の関係を図示すると, 枯死した個体は, リター厚についてはおおむね 2 ~ 6cm の立地に, 開空率についてはおおむね 0.2 以上の開けた立地に集中していた (図 7-8).

考 察

アレチウリ実生の発生初期の動態と生育適地

土器川におけるアレチウリの発生初期の動態を明らかにした. 土器川河川敷では, 発芽確認から日を経るのにしたが, 幅広い立地環境からアレチウリが発生するようになった. 具体的には, 発芽初期の 5 月には, リター厚が中庸で他の植生に被陰されていないオープンな環境で発生する個体が多かったが, 7 月には, 薄いもしくは厚いリター層の下や上層を他植生に被陰された環境で発生する個体も出現し, すべての生育適地

表 3. モニタリング個体の枯死にリター厚と開空率が与える影響 (一般化線形混合モデルのモデル選択結果, AIC 最小モデルから null モデルまでの各モデルにおいて選択された固定効果の説明変数の標準化係数の推定値と AIC および AIC 最小モデルとの AIC 差)

(Intercept)	Litter	Litter^2	SVF	SVF^2	Litter*SVF	AIC	delta AIC
0.97	ns	-0.40	0.64	ns	ns	89.84	0.00
0.86	-0.34	ns	0.81	ns	ns	90.00	0.17
0.99	-0.21	-0.25	0.76	ns	ns	90.81	0.97
0.70	-0.37	ns	0.73	0.28	-0.55	90.89	1.05
0.86	ns	-0.30	ns	ns	ns	91.64	1.81
0.97	-0.08	-0.41	0.66	ns	ns	91.77	1.93
1.00	ns	-0.41	0.66	-0.03	ns	91.82	1.99
0.63	ns	ns	ns	ns	-0.81	92.25	2.42

ns はその変数がモデルに含まれなかったことを示す.

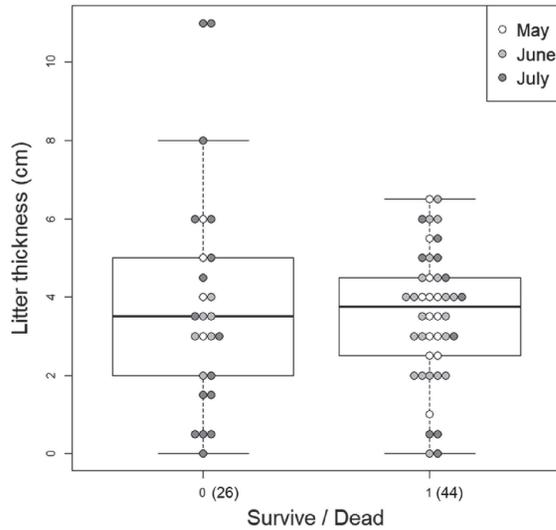


図 7. モニタリング個体のモニタリング最終週（7月第5週）における枯死の有無と発生立地のリター厚との関係。生残したグループは0，枯死したグループは1で示す。カッコ内の数値はそのカテゴリに属するアレチウリの個体数を示す。

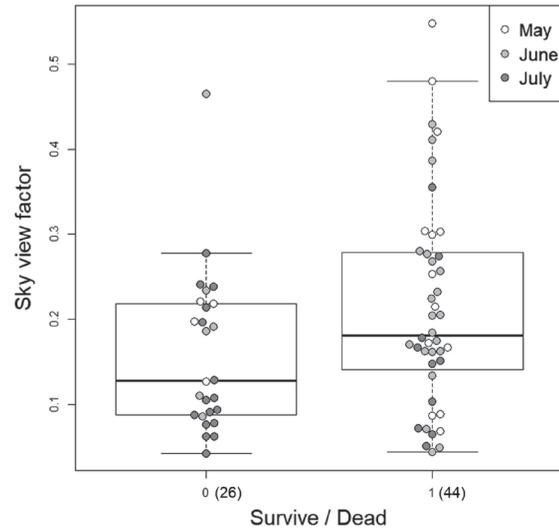


図 8. モニタリング個体のモニタリング最終週（7月第5週）における枯死の有無と発生立地の開空率との関係。生残したグループは0，枯死したグループは1で示す。カッコ内の数値はそのカテゴリに属するアレチウリの個体数を示す。

で個体が発生するようになった（図2, 4）。一方、リター層が中庸（2～6cm）でオープンな環境で発生した個体は、発芽後1か月程度の中に枯死しやすいことが判明した（表3，図6）。これらのことから、最終的に調査地内に生残し、アレチウリ群落を形成する可能性のある個体は、薄いもしくは厚いリター層の下から、あるいは、上層が他植生に被陰された環境の下で発生する個体であり、そのような立地環境からの発芽個体が増加する7月は、アレチウリ群落の分布の中心となり得る個体が多量に発生する注視すべき時期であるといえる。

本研究で明らかになったアレチウリ実生の発生動態は、既存研究により報告されているアレチウリの種特性と矛盾しない。具体的には、アレチウリがオープンで明るい環境から被陰下の暗い環境まで幅広いレンジで発芽する個体が存在することは、アレチウリが光発芽性種子と非光発芽性種子を半々の割合で形成すること（Önen et al., 2018）に起因し、開放地において発芽初期の個体の枯死率が高いことは、アレチウリが乾燥ストレスに弱いこと（Asada et al., 2011; Önen et al., 2018）に起因すると考えられる。ただし、リター厚が中庸なところでアレチウリの枯死率が高くなることを裏付ける先行研究は見つけられなかった。しかしながら、これも、乾燥への耐性の低さや実生の根系の浅さ（Asada et al., 2011）など本種の種特性に起因する可能性が高い。

土器川における効果的なアレチウリ防除時期の選定に向けて

効果的な防除を実現するためには、対象地ごとに防除を最も効果的に実施できる適切なタイミングを特定することが肝要である（Hobbs & Humphries, 1995；鷲谷・村上，2002；赤坂ら，2014）。土器川における効果的な防除時期を選定するのにあたり、本研究で得たデータを用いて、調査地のアレチウリ群落の中心となりうる個体の発生時期を予測した。すなわち、モニタリング個体の生残データを用いて作成したアレチウリ実生の枯死予測モデル（表3）に、発見時に3.5葉未満であった全123個体の立地環境データをあてはめて生育初期の枯死率を予測し、枯死率0.5以下の個体を生残個体とみなして生残個体数をカウントすることにより、発生初期の枯死率の高い時期を生き延び、アレチウリ群落を形成する可能性のある個体の個体数と発生月を予測した。その結果、残存個体の94%は7月発生個体であることが示された。このことから、土器川におけるアレチウリの防除には、7月発生個体の定着が確立し、つる延長が数m以内に抑えられる（竹内・近内・竹松，1978）8月初旬が適していると考えた。この時期の防除はアレチウリの発見効率、防除効率ともに高いと推察される。この時期以降になると、アレチウリは急激に成長して他植生を覆いはじめるようになるため（竹内・近内・竹松，1978）、防除活動に多大な労力が必要となり効率的とは言い難い。

これまで、全国各地の河川で取り組まれてきたアレチウリ防除の例をみると、「選択的抜き取り」や「刈り取り」による防除の場合、8月を防除時期に加えた場合に防除効果が表れている（鷺谷，2003；須藤・前村・丹野，2008；橋本，2010；吉野・岡田，2014）。しかしながら、野外におけるアレチウリの発芽時期は10月までと長期で（鷺谷，2003；黒川，2018），関東においては，9月中旬に発生した個体が10月下旬に結実している様子も確認されていることから（黒川，2018），8月初旬に一度アレチウリ個体を除去するだけでは十分な防除効果が得られない可能性もある。実際，鷺谷（2003）や須藤・前村・丹野（2008）は9月に再度除去を行うことで防除効果を高めている。ただし，アメリカ合衆国インディアナ州の事例ではあるが，Smeda & Weller（2001）によると，8月下旬以降に発生した個体は，結実するものの発芽可能な種子を生産しない。土器川のアレチウリが，インディアナ州のそれと同じく，8月下旬以降に発生する個体の再生産能力が持たないのであれば，8月初旬の1度の除去だけで十分な防除効果が得られる可能性もある。土器川におけるアレチウリ防除時期を選定するために，8月下旬以降に発生する個体が再生産能力を持つか否かを明らかにするための追加調査・研究が必要だろう。

8月下旬以降に発生する土器川のアレチウリが発芽可能な種子を生産する場合には，2度目の防除のための最適な時期の選定が必要になる。Smeda & Weller（2001）は，アレチウリの発生が降水によって促される可能性を指摘している。土器川周辺の降水は梅雨期と秋雨・台風期に集中していることから，2度目の防除のための時期の選定が必要である場合は，秋雨・台風期の9月に発生する個体の初期動態を追加調査するのが有効かもしれない。

ま と め

アレチウリ侵入の初期段階にあると考えられる土器川において，実生の発生から定着までの初期動態を解明し，アレチウリの効果的な防除時期を選定した。侵入の初期段階にあり，アレチウリの分布に偏りがある土器川においては，すべての生育適地から実生が発生し，定着個体が確定する8月初旬に防除活動を実施することが効果的だと結論付けた。この時期以降は，アレチウリがつるを伸ばして他植生を覆い始めることから，防除効率が悪くなると考えられる。土器川において，8月中旬以降に発生したアレチウリが発芽可能な種子を生産する場合には，2度目の防除を実施する必要があるかもしれない。2度目の防除の必要性の検討に向けて，土器川におけるアレチウリの発生時期別の再生産能力を解明し，必要に応じて9月の雨期後に発

生する実生の初期動態を追加調査することが必要である。

摘 要

1. アレチウリ侵入の初期段階にあると考えられる土器川において，効果的な防除時期を選定することを目的に，アレチウリ実生の発生初期動態を明らかにした。
2. 土器川におけるアレチウリの発生は5月初旬から始まるものの，すべての生育適地から実生の発生がみられるのは7月に入ってからであった。
3. 5，6，7月発生個体のそれぞれ59%，78%，38%は発芽後1か月程度で枯死した。
4. 発生初期の枯死率を高める立地環境としては，リター厚2～6 cm，開空率0.2以上の開けた立地が挙げられた。
5. 7月発生個体は，5，6月発生個体と比べると，リター厚については薄いところから厚いところまで，開空率は低めでより被陰された環境から発生していた。
6. 発芽後定着に成功してアレチウリ群落を形成する可能性のある個体の94%は7月に発生すると予測された。
7. すべての生育適地から実生が発生し，定着個体が確定する8月初旬に防除活動を実施することが効果的だと考えられる。

謝 辞

農業・食品産業技術総合研究機構西日本農業研究センターの松崎健文氏，桑田将能氏，和田裕太氏にはモニタリング調査に，石原法子氏には全天写真の2値化精度の目視判定と事前処理にご協力いただいた。国立環境研究所の池上真木彦博士には整備済みの河川水辺の国勢調査データをご提供いただいた。本研究は，農林水産省戦略的プロジェクト研究「農業被害をもたらす侵略的外来種の管理技術の開発」JPJ007966により実施した。

引用文献

- 赤坂宗光・斎藤達也・大澤剛士・黒川俊二・水口亜樹・下野嘉子・西田智子. 2014. 日本国内における外来植物を扱う研究の現状と求められる課題. 雑草研究, 59 (2), 81-92.
- Asaeda, T., Rashid, M.H., Kotagiri, S. & Uchida, T. 2011. The role of soil characteristics in the succession of two herbaceous lianas in a

- modified river floodplain. *River Research and Applications*, 27(5), 591-601.
- Esbenshade W., Curran W., Roth G., Hartwig N. & Orzolek M. 2001. Effect of establishment date and crop competition on burcucumber fecundity. *Weed Science* 49: 524-527
- 橋本佳延. 2010. 都市河川におけるアレチウリ群落での刈り取りが種組成・種多様性に与える影響. ランドスケープ研究 (オンライン論文集), 3 (0), 32-38.
- Hobbs, R. J., & Humphries, S. E. 1995. An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Conservation biology*, 9(4), 761-770.
- Honjo, T., Lin, T. P., & Seo, Y. 2019. Sky view factor measurement by using a spherical camera. *Journal of Agricultural Meteorology*, D-18.
- 環境省. 特定外来生物等一覧. <http://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html> (2020 年 10 月 18 日確認)
- 黒川俊二. 2017. 農耕地における外来雑草問題と対策. *雑草研究*, 62 (2), 36-47.
- 黒川俊二. 2018. アレチウリ (*Sicyos angulatus* L.). *草と緑*, 10, 31-38.
- 村上興正・鷺谷いづみ. 2002. 日本のワースト 100 侵略的外来種. 日本生態学会編: 外来種ハンドブック, 地人書館, 東京, 362-363.
- 宮脇成生・鷺谷いづみ. 2004. 外来種の現状把握と対策 生物多様性保全のための河川における侵略的外来植物の管理. *応用生態工学*, 6 (2), 195-209.
- Miyawaki, S., & Washitani, I. 2004. Invasive alien plant species in riparian areas of Japan: the contribution of agricultural weeds, revegetation species and aquacultural species. *GLOBAL ENVIRONMENTAL RESEARCH-ENGLISH EDITION*, 8(1), 89-101.
- 村中孝司, 石井潤・宮脇成生・鷺谷いづみ. 2005. 特定外来生物に指定すべき外来植物種とその優先度に関する保全生態学的視点からの検討. *保全生態学研究*, 10 (1), 19-33.
- 日本植物調節剤研究協会. 2002. 除草剤試験の手法(7) —雑草の葉齢の数え方—. *植調* 36 (3), 105-110.
- Önen, H., Farooq, S., Tad, S., Özaslan, C., Gunal, H., & Chauhan, B. S. 2018. The influence of environmental factors on germination of burcucumber (*Sicyos angulatus*) seeds: Implications for range expansion and management. *Weed Science*, 66(4), 494-501.
- Smeda, R. J., & Weller, S. C. 2001. Biology and control of burcucumber. *Weed Science*, 49(1), 99-105.
- 須藤忠雄・前村良雄・丹野幸太. 2008. 久慈川水系における外来植物対策検討—ハリエンジュ及びアレチウリの効果的な駆除方策について(「自然をいかした川づくり」に関する研究報告). *リバーフロント研究所報告*, (19), 96-103.
- 竹内安智・近内誠登・竹松哲夫. 1978. 25. アレチウリの生態と防除に関する研究. *植物化学調節研究会研究発表記録集*, 13, 44-45.
- Uchida, T., Nomura, R., Asaeda, T., & Rashid, M. H. (2012). Co-existence of *Sicyos angulatus* and native plant species in the floodplain of Tama River, Japan. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 4(9), 336-347.
- 鷺谷いづみ・村上興正. 2002. 外来種対策に関する基本的な考え方. 日本生態学会編: 外来種ハンドブック, 地人書館, 東京, 39-41.
- 鷺谷いづみ (監修). 2003. 千曲川・犀川のアレチウリ—河川の自然を保全するための外来植物対策—, 国土交通省北陸地方整備局千曲川工事事務所調査課.
- 吉野知明・岡田芳忠. 2014. 特集「外来種と植生管理」河川刈り取り除草におけるアレチウリ抑制対策—愛知県逢妻女川での事例. *日本緑化工学会誌*, 40 (2), 348-351.

(原稿受理. 2021. 1. 12)

