

- 1 都市の公園における在来耐陰性植物の欠落と樹冠下の生態系サービスの低下
- 2 Lacking shade-tolerant plant species in urban parks caused degradation of
- 3 ecosystem services under woody canopies
- 4 簡略表題（ランニングタイトル）：耐陰性植物の欠落と公園林床の葉面積指数
- 5 著者：岩下大輔¹・小池文人¹
- 6 Authors： Daisuke Iwashita^{1*} and Fumito Koike^{1**}
- 7 所属：¹横浜国立大学 環境情報学府
- 8 所属英文：¹Graduate School of Environment and Information Sciences,
- 9 Yokohama National University
- 10 **連絡著者：小池文人
- 11 住所：240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7
- 12 住所英文：79-7 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501, Japan
- 13 e-mail: koike-fumito-nx@ynu.ac.jp
- 14 Phone: 045-339-4356
- 15 * e-mail: daisuke791226@outlook.jp
- 16

17 要旨： 都市の公園における地表植生は裸地化を防ぐことで地面に座る場所を
18 提供し、雨天直後にも泥濘化せず、また乾燥時の砂ぼこりや土壌の侵食を防ぎ、
19 雨水を浸透させて洪水を防ぐなどの生態系サービスを提供する。都市内には歴
20 史的な背景により種組成が異なるさまざまな緑地が存在することが知られてお
21 り、埋立地などに新しく造成された公園では里山の林床に生育する耐陰性種な
22 どが種プールから欠落している可能性があり、林縁や林床における生態系サー
23 ビスの低下が危惧される。この研究では、さまざまな公園において種プールの生
24 態特性（耐陰性および踏圧耐性）を調査し、生態系サービスと関連が深い地表植
25 生の葉面積指数への影響を解析した。公園における葉面積指数は光環境のみで
26 なく踏圧の影響も受けるため、土壌貫入抵抗値を用いて踏圧の影響を考慮した。
27 種プールの種組成における耐陰性種の欠落は、公園の林縁や林床における葉面
28 積指数の低下につながっていた。本研究で検出された耐陰性種はドクダミ、ジャ
29 ノヒゲ、チジミザサ、ヘクソカズラ、アズマネザサ、スゲ属などの在来種であり、
30 近世の里山が残存している公園の種プールにはこれらの耐陰性種を含む傾向が
31 みられた。公園内の樹冠下における生態系サービスを向上させるためには耐陰
32 性が高い在来種を含む種プールが重要であり、公園のリノベーションや造成に

33 当たっては、在来の耐陰性種が消失しないよう園内の歴史的里山を保全する対
34 応が望ましい。

35

36 キーワード：極値統計、里山、耐陰性、踏圧耐性、葉面積指数

37

38 Abstract : Herbaceous layer vegetation in urban parks provides ecosystem services
39 such as a place to sit on the ground, keeping the ground from becoming muddy,
40 preventing dust and soil erosion, and preventing flooding by infiltrating rain.
41 Green spaces in urban areas have different species compositions due to their
42 historical backgrounds. In newly developed parks on reclaimed land, shade-
43 tolerant native species that grow on the forest floor in satoyama, remnants of early
44 modern vegetation, may be missing from the species pool, and there is concern
45 that ecosystem services on the forest floor may be degraded. In this study, the
46 ecological traits of the species pool (shade tolerance and trampling tolerance in
47 species pool level) were measured in various parks, and their effects on the
48 ground-surface leaf area index were analyzed. The effect of trampling was taken

49 into account using soil penetration resistance value, because vegetation in parks
50 is also affected by trampling. The lack of shade-tolerant species in the species pool
51 led to a lower leaf area index at the forest floor. The shade-tolerant species
52 detected in this study were native species such as *Houttuynia cordata*,
53 *Ophiopogon japonicus*, *Oplismenus undulatifolius*, *Paederia foetida*, *Pleioblastus*
54 *chino*, and sedges. Species pools in parks with 'satoyama' tended to have these
55 species. Species pools containing shade-tolerant native species are important for
56 improving ecosystem services under the canopy, and it is recommended to
57 conserve the historical 'satoyama' in parks to prevent the loss of native shade-
58 tolerant flora when renovating or creating parks.

59

60 Key words : extreme value statistics, leaf area index, satoyama traditional
61 vegetation, shade tolerance, trampling tolerance

62

64 都市の公園における地表植生は裸地化を防ぐことで芝生などの地面に座る場
65 所を提供し、雨天直後にも泥濘化せず利用者が公園に立ち入ることが可能とな
66 り、また砂ぼこりや土壌の侵食を防ぎ、雨水を浸透させて洪水を防ぐなどの生態
67 系サービスを提供する (Monteiro 2017; 伊藤ほか 2020)。

68 植物の多様性が低下すると草地の生産性やバイオマスが低下し、特に種プー
69 ル内の機能的な多様性の低下が重要であるとされている (Hector et al. 1999;
70 Balvanera et al. 2006)。都市内には歴史的な背景により種組成が異なるさまざま
71 な緑地が存在している (Johnson et al. 2018)。アリ散布されるスゲ類やスミレ類
72 などや (Handel 1978; Kjellsson 1991; Ohkawara and Higashi 1994; Ness et al.
73 2004; Tanaka and Tokuda 2016)、主に地下茎で栄養繁殖するササ類、主要な種
74 子散布者が都市で生息できない貯食散布種など (Komuro and Koike 2005)、都
75 市の緑地において迅速な分布拡大が困難と考えられる種が存在し、新しく造成
76 された植生地ではこのような種が種プールから欠落する可能性が高いため、生
77 態系サービスの低下が危惧される (図 1)。

78 この研究では、さまざまな公園において種プールの生態特性 (耐陰性および踏

79 圧耐性)を調査し、地表植生の生態系サービスと関連が深い葉面積指数への影響
80 を解析した。分布拡大が遅く欠落しやすい種は林床などの安定した環境に多い
81 傾向がある (Westoby et al. 1996)。公園の陽地は芝生として張り替えや除草な
82 ど強い人為管理が行われているが、公園であっても樹冠下は管理が比較的弱い
83 と考えられる。他方で樹冠下も隣接する陽地からの種子供給があるため種プー
84 ルには陽地に生育する種も含まれる。林縁では光環境の勾配が大きいため、林縁
85 を横断する帯状の調査地には近距離のため共通の種プールを持ちながら、光環
86 境に応じた多様な群集が成立している。そこで耐陰性種の欠落による種プール
87 の特性としての耐陰性の低下が、樹冠下において葉面積指数を低下させるのか、
88 影響の検出を試みた。なお葉面積指数は公園では光環境のみでなく踏圧の影響
89 も受けるため、土壌貫入抵抗値を用いて踏圧の影響を考慮した。

90

91

92

方 法

93 近世から続く里山を公園内に含み里山のフロラを種プールに継承している可
94 能性がある公園と、近代以降に埋め立てられて導入種のみで種プールが構成さ

95 れる公園をともに含むように、東京都と神奈川県内にある 12 公園を調査対象と
96 した (表 1)。

97 ひとつの公園の中に土地造成を行ない近年に人工的に植栽した部分と、歴史
98 的な里山が混在することも少なくなく、また植栽木の根鉢からゆっくり分布拡
99 大しているクローン植物も存在する。種プールは散布体などが対象地に供給さ
100 れ群集構成種の候補になり得る種のリストであり (Grime 1998)、ひとつの種プ
101 ールと見なすことができる空間スケールは、種子散布距離が大きな種のみであ
102 れば大きくても良いが、種子散布距離が小さな種が存在すれば小さな空間スケ
103 ールで考える必要がある。スゲ類やスミレ類のように種子がアリ散布される種
104 の散布距離は 0.2-2m 程度であり (Handel 1978; Kjellsson1991; Ohkawara and
105 Higashi 1994; Ness et al. 2004; Tanaka and Tokuda2016)、主に地下茎で栄養繁
106 殖するササ類は年に 1 メートル程度のクローン拡大速度である (Tomimatsu et
107 al 2020)。年が経過すると個体群の分布拡大が進むため (Skellam 1951)、考慮す
108 る時間スケールが長くなるとともに考慮すべき空間スケールも大きくなる
109 (Levin 1992)。都市の公園ではリノベーションが頻繁に行われるため (平田・
110 橘 2019)、ここでは年に 1 メートル程度の分布拡大距離を持つ種の 10 年程度の

111 分布拡大を考慮して、種プールの空間スケールを 10m とした。このため調査は
112 林縁を横断する 10m のラインで行い、同一の公園であっても離れて立地する調
113 査地では種プールが同じではないと仮定した。この研究では、林縁を中心に挟ん
114 で林内から開けた草地に向かって 10m の調査ラインを設け、調査ラインごとに
115 種プールを設定した。ひとつの種プールは開放地と樹冠下の両方の種を含む。

116 調査ライン上の 1メートルごとに 50 cm×50 cmの調査区を作り、長さ 15cm の
117 針を 50 cm調査区あたり 100 回、地面に垂直に突き刺して、針に植物が当たった
118 回数を記録するポイントコードラート法により、調査区における種ごとの豊富さ
119 を測定した。針で突き刺す試行 1 回当たりの平均の接触回数は地表における葉
120 面積指数（水平葉を仮定）に相当する。可能な限り種レベルで同定したが、繁殖
121 器官がないため属レベルの同定にとどまる場合もあった。木本の幼樹はまとめて
122 て扱いかい、また園芸品種を含み植栽されることが多いシバ類もまとめて扱った
123 （シバ属 *Zoysia* spp.、ギョウギシバ *Cynodon dactylon* (L.) Pers. var. *dactylon* など
124 の矮性種であり、ドクムギ属 *Lolium* spp. やイチゴツナギ属 *Poa* spp.を含まない）。

125 また各 50cm 調査区の光環境として魚眼レンズ（オリンパス Tough TG-6）
126 による林冠開放度 (ImageJ) と、踏圧を指標する値として山中式土壤硬度計によ

127 る貫入抵抗を測定した。これらの野外調査は、2020年4月から2021年9月の
128 あいだの生育期に行なった。

129 データの解析において種特性としての耐陰性は、各調査ラインの林外から林
130 内に至る明暗の傾度の中で種が出現した最も暗い50cm調査区の光環境（林冠
131 開放度）を当該調査ラインでの種の最小林冠開放度とし、さらに種が出現した多
132 数の調査ラインを比較してその中での最小値を種の耐陰性値とした（Koike
133 2001）。

134 ただし出現した調査ライン数は種により異なるため、出現調査ライン数が多
135 い種で最低開放度が小さくなる現象が起きる。このような出現調査ライン数の
136 影響を取り除くため、土木工学分野で100年に一度の大洪水における河川流量
137 を予測する場合などに利用される極値統計を利用して（Gumbel 1954）、5調査
138 ラインに出現したと仮定した場合の最小開放度を推定して種の耐陰性とした。

139 極値統計として最大値の頻度分布に広く利用される Gumbel 分布を仮定して
140 Stan（Stan Development Team 2021）のパラメーター推定により最小開放度
141 の値を区間推定して種の耐陰性とした（付録1 コード1）。また洪水の予測な
142 どで伝統的に利用されてきた Gumbel 分布の累積分布を直線化するグラフの作

143 成により、Gumbel 分布を仮定することの妥当性を視覚的に確認した。なお
144 Gumbel 分布は最大値のみを扱うため、開放度の最小値については $-\ln(\text{開放度})$ の
145 最大値を推定することで推定した。予備的解析では開放度そのものでは Gumbel
146 分布の累積分布が直線化されず対数変換した場合に直線化されたため、開放度
147 に対して自然対数変換を行った。これらの解析は 4 調査ライン以上に出現した
148 種について行った。また踏圧に対しても同様に解析し、耐陰性を推定したものと
149 同じ種について 5 調査ラインに出現した場合の最大の貫入抵抗値を区間推定し、
150 種の踏圧耐性とした。

151 種プールの特性としての耐陰性値は、ひとつの種プール（ひとつの調査ライン）
152 に出現した全ての種の中で最も耐陰性が高い種の値とした。種プールから耐陰
153 性種が欠落すると種プールとしての耐陰性が低下するため、機能的な多様性を
154 表す指標のひとつと考えられる。また種プールの特性としての踏圧耐性も、当該
155 の種プールに出現した全ての種のなかで最も踏圧耐性が高い種の値とした。

156 里山が残存する公園と残存しない公園の種プール特性比較するため、公園
157 をランダム要因として、里山が残存する公園と残存しない公園の耐陰性（ \ln 開
158 空度）と踏圧耐性（貫入抵抗値）の平均値を Stan により比較した（付録 1 コ

159 ード2)。

160 耐陰性種の欠落した種プールと、林床の地表植生の葉量の豊富さ（生態系サ
161 ービス）との関係を調べるため、50cm 調査区の全種合計の接触回数（調査区あ
162 たり 100 回の試行）を目的変数とし、当該調査区の物理環境として ln 開放度と
163 土壌貫入抵抗、生物多様性に関する環境として種プールの耐陰性（ln 最小開放
164 度）と種プールの踏圧耐性（最大土壌貫入抵抗）を説明変数としたポアソン回帰
165 を行った（R Core Team 2021）。なお公園の開放的な芝生では芝の張替えや除草、
166 施肥などの強い人為管理が行われやすいため、林冠開放度が 50%を超える調査
167 区は除外し、林縁や林床である 50%以下、30%以下、10%以下の調査区からな
168 る 3つのデータセットで解析した。

169

170 結 果

171 本調査では 12 公園 84 ラインにおいて 924 調査区のデータを得た（付録 2）。
172 全出現種数は 70 種であった。極値統計では Gumbel 分布を利用可能であり（図
173 2）、ドクダミ *Houttuynia cordata* Thunb.、ジャノヒゲ *Ophiopogon japonicus*
174 (Thunb.) Ker Gawl.、チヂミザサ *Oplismenus undulatifolius* (Ard.) Roem. et Schult.、

175 へクソカズラ *Paederia foetida* L.、アズマネザサ *Pleioblastus chino* (Franch. et Sav.)
176 Makino、スゲ属 *Carex* spp.の耐陰性が高く、これらの種の最小林冠開放度は7%
177 以下であった(表2)。シロツメクサ *Trifolium repens* L.、ハルジオン *Erigeron*
178 *philadelphicus* L.、ニワゼキショウ *Sisyrinchium rosulatum* E.P.Bicknell、オヒシバ
179 *Eleusine indica* (L.) Gaertn.、クサイ *Juncus tenuis* Willd.、メヒシバ *Digitaria ciliaris*
180 (Retz.) Koeler、チドメグサ *Hydrocotyle sibthorpioides* Lam.は耐陰性が低く最小林
181 冠開放度は20%以上であった。踏圧耐性はスズメノヒエ属 *Paspalum* spp.、オヒ
182 シバ *Eleusine indica* (L.) Gaertn.、アズマネザサ、ハマスゲ *Cyperus rotundus* L.、
183 シバ類で高く、これらの種の最大土壌貫入抵抗は19 kgcm⁻²以上であった(表2)。
184 コナスビ *Lysimachia japonica* Thunb.、ドクダミ、コメツブツメクサ *Trifolium*
185 *dubium* Sibth.、ニワゼキショウ、チジミザサは最大土壌貫入抵抗が12 kgcm⁻²未
186 満であった。

187 種プールの耐陰性としての最小開空度の平均値(自然対数変換して計算した
188 ものを逆変換)は、里山が残存する公園では8.0%(95%範囲 7.5% - 8.5%)、残
189 存しない公園は9.7%(95%範囲 9.0% - 10.5%)であり、里山が残存する公園
190 で有意に種プールの耐陰性が高かった(P<0.05)。踏圧耐性の種プール平均値は、

191 里山が残存する公園では最大貫入抵抗 20.0 kgcm^{-2} (95%範囲 17.9 – 22.2)、残
192 存しない公園は 21.9 kgcm^{-2} (95%範囲 19.4–24.5) であり、有意な差は見られ
193 なかった($P>0.05$)。

194 公園の樹冠下の地表植生の葉面積指数に対して、各 50cm 調査区の光環境 (ln
195 開空度) はプラスの要因であり、踏圧 (土壌貫入抵抗) はマイナスの要因であっ
196 た ($P<0.05$) (表 3)。開空度 30%以下の暗い調査区においては、耐陰性種を持
197 つ種プール (ln 最小開空度が小さな種プール) で葉面積指数が大きかった
198 ($P<0.05$)。踏圧耐性については、最も暗い調査区 (開空度 10%を超える) を除
199 く比較的明るい調査区において、樹冠下の地表植生の葉面積指数は踏圧耐性種
200 を含む種プール (最大貫入抵抗が大きな種プール) で大きかった ($P<0.05$)。

201

202 考 察

203 種プールの種組成における耐陰性種の欠落が、公園の林縁や林床における葉
204 面積指数の低下につながっていた (表 3)。都市の公園では樹冠下の植生であっ
205 ても座ったり子供が走り回るなどの利用が行われることがあり、耐陰性種の存
206 在が雨天直後の泥濘化や乾燥時の砂ぼこり、土壌侵食を防ぎ、雨水浸透を促進す

207 る生態系サービスに貢献している可能性が示唆された (Monteiro 2017; 伊藤ほ
208 か 2020)。本研究で検出された耐陰性種はドクダミ、ジャノヒゲ、チジミザサ、
209 ヘクソカズラ、アズマネザサ、スゲ属などの在来種であり (表 2)、近世の里山
210 が残存している公園で種プールに耐陰性種を含む傾向がみられた。

211 この結果からは、公園内の樹冠下における生態系サービスを向上させるため
212 には耐陰性が高い在来種を含む種プールが重要であり、公園のリノベーション
213 や造成に当たっては、在来の耐陰性種が消失しないよう園内の歴史的里山を保
214 全したり、やむを得ない場合は表土をブロックとして保全する工法 (中村ほか
215 2019) を採用するなどの対応が求められる。

216

217

218 著者情報

219 **ORCID**

220 Fumito Koike <https://orcid.org/0000-0002-6588-6485>

221 **利益相反**

222 示すべき利益相反関連事項はない

- 223 著者の貢献
- 224 岩下大輔： 野外調査、データ解析、論文執筆
- 225 小池文人： 構想、データ解析、論文執筆
- 226
- 227

引用文献

228

229 Grime JP (1998) Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and
230 founder effects. *Journal of Ecology* 86: 902-910.
231 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1998.00306.x>

232 Gumbel EJ (1954) *Statistical Theory of Extreme Values and Some Practical*
233 *Applications*. National Bureau of Standards, Springfield

234 Handel SH (1978) New ant-dispersed species in the genera *Carex*, *Luzula*, and
235 *Claytonia*. *Canadian Journal of Botany* 56: 2925-2927.
236 <https://doi.org/10.1139/b78-351>

237 Hector, A., Schmid, B., Beierkuhnlein, Caldeira, M.C. ... (1999) Plant Diversity
238 and Productivity Experiments in European Grasslands. *Science* 286:1123-
239 1127

240 伊藤操子・伊藤幹二・小西真衣・佐治健介 (2020) 公園緑地の雑草発生状況と管
241 理 の課題：広域実態調査からみえること. *草と緑* 12 : 1-15

242 Johnson, J.L., Borowy, D. and Swan, C.M. (2018) Land use history and seed
243 dispersal drive divergent plant community assembly patterns in urban vacant

244 lots. Journal of Applied Ecology 55: 451–460. <https://doi.org/10.1111/1365->
245 2664.12958

246 河野万里子・頭山昌郁・中越信和(2003) アリ類による都市公園の環境評価. 環
247 境情報科学論文集 17: 307～310

248 Kjellsson G (1991) Seed fate in an ant-dispersed sedge, *Carex pilulifera* L.:
249 recruitment and seedling survival in tests of models for spatial dispersion.
250 Oecologia 88:435-443. <https://doi.org/10.1007/BF00317590>

251 Koike, F. 2001. Plant traits as predictors of woody species dominance in climax
252 forest communities. Journal of Vegetation Science 12: 327-336.
253 <https://doi.org/10.2307/3236846>

254 Levin SA (1992) The problem of pattern and scale in ecology: The Robert H.
255 MacArthur Award Lecture. Ecology 73: 1943-1967.
256 <https://doi.org/10.2307/1941447>

257 増井啓治(2014) 芦屋市の街区公園におけるアリ類. 人と自然 Humans and
258 Nature 25: 99–104.

259 Monteiro JA (2017) Ecosystem services from turfgrass landscapes. Urban
260 Forestry & Urban Greening 26: 151-157. [https://](https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.04.001)
261 doi.org/10.1016/j.ufug.2017.04.001

262 中村 誠宏・寺田 千里・湯浅 浩喜・古田 雄一・高橋 裕樹・藤原 拓也・佐藤
263 厚子・孫田 敏・伊藤 徳彦 (2019) 表土ブロック移植の簡易工法による盛
264 土法面の生態系復元の評価. 保全生態学研究,24: 231-242.
265 <https://doi.org/10.18960/hozen.1816>

266 Ness JH, Bronstein JH, Andrsen AN, Holland JH (2004) Ant body size predicts
267 dispersal distance of ant-adapted seeds: Implications of small-ant invasions.
268 Ecology 85:1244-1250. <https://doi.org/10.1890/03-0364>

269 Ohkawara K, Higashi S (1994) Relative importance of ballistic and ant dispersal
270 in two diplochorous *Viola* species (Violaceae). Oecologia 100: 135–140.
271 <https://doi.org/10.1007/BF00317140>

272 R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical
273 computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
274 <https://www.R-project.org/>

275 Skellam JG (1951) Random dispersal in theoretical population. *Biometrika*
276 38:196-218

277 Stan Development Team (2021). RStan: the R interface to Stan. [https://mc-](https://mc-stan.org/)
278 [stan.org/](https://mc-stan.org/)

279 Tanaka K and Tokuda M (2016) Seed dispersal distances by ant partners reflect
280 preferential recruitment patterns in two ant-dispersed sedges. *Evolutionally*
281 *Ecology* 30:943-952. <https://doi.org/10.1007/s10682-016-9846-3>

282 Tanaka, R. and Koike, F. (2011) Prediction of species composition of plant
283 communities in a rural landscape based on species traits. *Ecological Research*
284 26: 27-36.

285 Tomimatsu H, Matsuo A, Kaneko Y, Kudo E, Taniguchi R, Saitoh T, Suyama Y,
286 Makita A (2020) Spatial genet dynamics of a dwarf bamboo: Clonal expansion
287 into shaded forest understory contributes to regeneration after an episodic
288 die-off. *Plant Species Biology* 35; 185-196. [https://doi.org/10.1111/1442-](https://doi.org/10.1111/1442-1984.12272)
289 [1984.12272](https://doi.org/10.1111/1442-1984.12272)

290 Westoby M, Leishman M and Lord J (1996) Comparative ecology of seed size and

291 dispersal. Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological

292 Sciences 351:1309-1317. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0114>

293

294 付録のリスト

295 付録1 コード1. Gumbel 分布による極値統計のための Stan プログラム.

296 付録1 コード2. 里山が残存する公園と残存しない公園を比較するための

297 Stan プログラム.

298

299 付録2 表1. 調査データ.

300

301 J-Stage Data 希望

302

303 表1 調査対象の公園

304 公園名, 市, 面積, 丘陵地・埋立地,

公園	市区	面積	公開年	地形	迅速図	種別等
磯子・海の見える公園	横浜市	8,306	2007	人工地盤	海面	近隣
久良岐公園	横浜市	230,762	1973	丘陵地	里山	総合
富岡総合公園	横浜市	219,208	1975	丘陵, 埋立地	里山, 海面	総合
豊洲公園	江東区	24.3ha	2006	埋立地	海面	近隣
木場公園	江東区	238,711	1992	三角州	貯木場水面等	総合
亀戸中央公園	江東区	103,027	1980	三角州	平地水田	総合
南本宿公園	横浜市	49,790	2019	丘陵	里山	地区
港南台中央公園	横浜市	41,400	1980	丘陵	里山	地区
こども自然公園	横浜市	464,118	1972	丘陵	里山	広域
港南台西公園	横浜市	26,016	1983	丘陵	里山	近隣
根岸森林公園	横浜市	193,102	1977	丘陵	畑, 競馬場	総合
四季の森公園	横浜市	45.3ha	1988	丘陵地	里山	風致

305

306

307 表2 極値統計により5調査ラインに出現したときの最小開空度として推定した耐陰性と、最大の土壌貫入抵抗として推定
 308 した踏圧耐性。

種	中央値	最小 開空度%			最大 貫入抵抗 kgcm ²			
		第1四分 位	第3四分 位	四分位範 囲	中央値	第1四分 位	第3四分 位	四分位範 囲
ドクダミ <i>Houttuynia cordata</i> Thunb.	6.3	8.6	4.2	2	10.4	10	10.8	0.9
ジャノヒゲ <i>Ophiopogon japonicus</i> (Thunb.) Ker Gawl.	6.6	7.6	5.6	1.4	14.4	13.2	15.7	2.6
チジミザサ <i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) Roem. et Schult.	6.8	8.8	5.3	1.6	11.5	10.5	12.7	2.2
ヘクソカズラ <i>Paederia foetida</i> L.	7.6	8	7.1	1.1	28	27	29.1	2.1
アズマネザサ <i>Pleioblastus chino</i> (Franch. et Sav.) Makino	7.7	10.9	5	2.2	15.7	13.8	19.1	5.3
スゲ属 (ハマスゲ以外) <i>Carex</i> spp. excluding <i>C. rotundus</i>	7.9	9.3	6.6	1.4	21.4	18.5	25.1	6.6
木本幼樹 Woody saplings	8.3	9.5	7.1	1.3	20.5	19.3	21.9	2.6
シバ類 Dwarf turf grasses	8.4	10.2	6.5	1.6	13.8	12.8	14.8	2
ハマスゲ <i>Cyperus rotundus</i> L.	8.9	10.8	6.5	1.6	10.9	9.9	12.8	2.9
ウラジロチチコグサ <i>Gamochaeta</i> <i>coarctata</i> (Willd.) Kerguelen	9.9	10.8	9.2	1.2	19.8	19.3	20.4	1.1
タンポポ属 <i>Taraxacum</i> spp.	10.3	17.2	5.1	3.4	20	17.2	23.9	6.7
ヤブヘビイチゴ <i>Potentilla indica</i> (Andrews) Th. Wolf	11.9	13.7	10	1.4	15.3	14.3	16.3	2
カタバミ <i>Oxalis corniculata</i> L.	11.9	13.4	10.2	1.3	15.7	14.8	16.7	1.9

オオアレチノギク <i>Erigeron sumatrensis</i> Retz.	12	17.4	7.1	2.4	14.9	13.2	18.2	5
オオバコ <i>Plantago asiatica</i> L.	12.5	13.9	10.9	1.3	13	12.4	13.7	1.3
コナスビ <i>Lysimachia japonica</i> Thunb.	14.7	18.3	10.9	1.7	13.6	12	15.2	3.2
スズメノカタビラ <i>Poa annua</i> L.	15.7	17	14.4	1.2	18.8	18.1	19.4	1.3
コメツブツメクサ <i>Trifolium dubium</i> Sibth.	15.9	19.4	12.2	1.6	10	9.3	10.9	1.6
スズメノヒエ属 <i>Paspalum</i> spp.	17.7	19.4	16	1.2	18.3	17.5	19.1	1.6
ヘビイチゴ <i>Potentilla hebiichigo</i> Yonek. et H.Ohashi	18.8	23.2	14.1	1.6	10.4	9.7	11.2	1.5
オオイヌノフグリ <i>Veronica persica</i> Poir.	19.2	27.3	10.8	2.5	30.9	25.2	39.6	14.4
シロツメクサ <i>Trifolium repens</i> L.	21.4	23.7	18.8	1.3	12.5	11.9	13.3	1.4
ハルジオン <i>Erigeron philadelphicus</i> L.	21.7	25.4	17.4	1.5	13.8	12.6	15.2	2.5
ニワゼキショウ <i>Sisyrinchium rosulatum</i> E.P.Bicknell	22.3	23.7	20.6	1.2	15.7	15.2	16.3	1.1
オヒシバ <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	22.8	28.7	16	1.8	18.5	16.4	21.8	5.4
クサイ <i>Juncus tenuis</i> Willd.	24.2	29.8	18.6	1.6	11.1	10	12.4	2.5
メヒシバ <i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	26.4	29.8	22.1	1.3	21.9	18	28.9	10.8
チドメグサ <i>Hydrocotyle sibthorpioides</i> Lam.	27	30.1	23.7	1.3	15.5	14.2	17.5	3.3

310 表3 調査区の葉面積指数に対する環境と種プール特性の効果

データセットと変数	推定値	ΔAIC
開空度 50%以下 (450 調査区)		
切片	2.31**	
ln 開空度	0.598**	2234
踏圧	-0.0711**	2586
ln 耐陰性_種プール	-0.0671	2
踏圧耐性_種プール	0.0240**	39
開空度 30%以下 (230 調査区)		
切片	4.02**	
ln 開空度	0.346**	199.6
踏圧	-0.0869**	1314
ln 耐陰性_種プール	-0.703**	136.5
踏圧耐性_種プール	0.0465**	33.6
開空度 10%以下 (41 調査区)		
切片	2.80**	
ln 開空度	1.24**	118.2
踏圧	-0.134**	331
ln 耐陰性_種プール	-1.33**	118.2
踏圧耐性_種プール	0.0983*	4.2

311 **P<0.01, *P<0.05

312 図の説明

313 図1 貯木場埋立地（木場公園）と里山に隣接した場所（四季の森公園）におけ
314 る林縁の草本群集.

315

316 図2 耐陰性（左）と踏圧耐性（右）を求めるための極値統計グラフ。ひとつの
317 折線がひとつの種に対応し、直線に近ければ Gumbel 分布を利用できる (Gumbel
318 1954)。

319

図 1



図 2

